

**MODEL PENYEBARAN COVID-19 DI PROVINSI SULAWESI SELATAN
DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI *POISSON INVERSE GAUSSIAN* (PIG)**



SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana
Matematika (S.Mat) Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*

Oleh:

MUNAWWARAH
NIM. 60600117045

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Munawwarah

NIM : 60600117045

Jurusan : Matematika

**Judul : Model Penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan
dengan Menggunakan Regresi *Poisson Inverse Gaussian*
(PIG)**

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan plagiat atau tulisan/pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan/pikiran saya sendiri, kecuali yang secara tulis sebagai materi referensi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti plagiat, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Gowa, Juli 2021

Yang Membuat Pernyataan,

Munawwarah

NIM : 60600117045

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "Model Penyebaran Covid-19 Di Provinsi Sulawesi Selatan Menggunakan Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG)", yang disusun oleh Saudari **Munawwarah**, NIM: **60600117045** Mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Jumat tanggal **30 Juli 2021 M**, bertepatan dengan **20 Dzulhijjah 1442 H**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat).

Makassar, 30 Juli 2021 M
20 Dzulhijjah 1442 H

DEWAN PENGUJI

Ketua : Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd.
Sekretaris : Sri Dewi Anugrawati, S.Pd., M.Sc.
Munaqisy I : M. Ichsan Nawawi, S.Pd., M.Si.
Munaqisy II : Dr. Muh. Rusydi Rasyid, S.Ag., M.Ag., M.Ed.
Pembimbing I : Adnan Sauddin, S.Pd., M.Si.
Pembimbing II : Khalilah Nurfadilah, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd.
Nip. 19710412 200003 1 001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Teruslah berbuat baik, sekecil apapun itu ☺

Penulis mempersembahkan skripsi ini untuk kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan, dan telah mengorbankan banyak waktu dan tenaga dalam mendidik anak-anaknya, teman-teman Ph17tagoras, sahabat seperjuangan dan kepada senior-senior yang selalu memberi nasehat dan semangat kepada penulis. Terima kasih atas doa dan support yang telah kalian berikan, it means a lot to me.



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan *Alhamdulillah*, suatu bentuk syukur penulis kepada Allah SWT. yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ***“Model Penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG)”***. Serta, shalawat dan salam kami curahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. suri tauladan yang sempurna bagi seluruh umat Islam. Shalawat dan salam pula kami haturkan kepada istri-istri beliau, keluarga, sahabat, *tabi'in*, *tabi'ut-tabi'in* serta para pengikutnya yang senantiasa istiqamah dijalan-Nya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan study (S1) Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Skripsi ini disusun dengan usaha yang sungguh-sungguh dari penulis, dengan mengerahkan semua ilmu yang telah diperoleh selama proses perkuliahan. Banyak kesulitan yang penulis hadapi selama proses penyusunan skripsi. Namun, berkat bantuan dari berbagai pihak serta kekuatan doa yang tiada hentinya terutama dari kedua orang tua yang merupakan motivator terhebatku yang tiada duanya ayahanda **Basite** dan Ibunda **Hasmawati** serta keluarga besar yang selalu memberikan semangat selama proses penyusunan skripsi.

Tanpa adanya bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak penulis tidak akan bisa menyelesaikan skripsi ini. Sehingga, pada kesempatan ini

penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya, kepada:

1. Bapak **Prof. Drs. Hamdan Juhannis M.A, Ph.D**, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar
2. Bapak **Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd**, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, para wakil dekan, dosen pengajar serta seluruh staf/pegawai atas bantuannya selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
3. Ibu **Wahidah Alwi, S.Si., M.Si**, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
4. Ibu **Risnawati Iknas, S.Si., M.Si.**, selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
5. Bapak **Adnan Sauddin, S.Pd., M.Si**, selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta memberikan motivasi, arahan dan saran yang sangat bermanfaat dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Ibu **Khalilah Nurfadilah, S.Si., M.Si.**, selaku pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu dalam membimbing penulis serta memberikan motivasi dan arahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Tim Penguji Bapak **M. Ichsan Nawawi, S.Pd., M.Si**, selaku Penguji I dan Bapak **Dr. Muh. Rusydi Rasyid, S.Ag., M.Ag., M.Ed**, selaku Penguji II atas bimbingan dan sarannya dalam penyusunan skripsi ini.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama proses perkuliahan.
9. Seluruh staf dan tim Laboratorium maupun Ruang Baca Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi yang senantiasa memberikan bantuan.
10. Seluruh staf, dosen maupun karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar yang senantiasa memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan, memberikan ilmu dan pengalaman, serta pelayanan yang layak selama penulis menjadi mahasiswa.
11. Teman-teman sejawat “PHI7AGORAS” teman seperjuangan dari awal perkuliahan hingga saat ini terima kasih atas doa, semangat, serta dukungan yang telah diberikan.
12. Teman-teman KKN yang telah memberikan semangat serta motivasi untuk tetap giat dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Serta, kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik dalam bentuk apapun itu penulis mengucapkan terima kasih atas partisipasinya dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan, pahala dan rahmat dari Allah SWT. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan rekan-rekan Jurusan Matematika serta pembaca pada umumnya.

Samata, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	(1-8)
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	(9-21)
A. Regresi Poisson	9

B. Distribusi <i>Inverse Gaussian</i>	10
C. Regresi <i>Poisson Inverse Gaussian</i> (PIG)	11
D. Pengujian Parameter	15
E. Pemilihan Model Terbaik	18
F. Pelanggaran Asumsi	18
G. COVID-19	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	(22-25)
A. Jenis Penelitian	22
B. Jenis dan Sumber Data	22
C. Waktu Penelitian dan Tempat Pengambilan Data Penelitian	22
D. Variabel dan Definisi Operasional Variabel	22
E. Prosedur Analisis Data	23
F. Flowchart Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	(26-41)
A. Hasil Penelitian	26
1. Statistika Deskriptif	26
2. Regresi Poisson	35
3. Uji <i>Overdispersi</i>	35
4. Regresi <i>Poisson Inverse Gaussian</i> (PIG)	35
5. Pengujian Hipotesis	36
6. Pemilihan Model Terbaik	39
B. Pembahasan	40

BAB V PENUTUP.....	42
---------------------------	-----------

A. Kesimpulan	42
---------------------	----

B. Saran.....	42
---------------	----

DAFTAR PUSTAKA.....	(43-44)
----------------------------	----------------

LAMPIRAN

BIOGRAFI PENULIS



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Statistika Deskriptif	34
Tabel 4.2	Estimasi Parameter Model Regresi <i>Poisson Inverse Gaussian</i> (PIG)	36
Tabel 4.3	Pengujian Parameter Regresi <i>Poisson Inverse Gaussian</i> (PIG) Secara Serentak.....	37
Tabel 4.4	Pengujian Parameter Regresi <i>Poisson Inverse Gaussian</i> (PIG) Secara Parsial.....	39
Tabel 4.5	Nilai AIC dari Model Regresi <i>Poisson Inverse Gaussian</i> (PIG).....	39
Tabel 4.6	Estimasi Parameter Model Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG) Pada Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Flowchart Penelitian.....	25
Gambar 4.1	Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Setiap Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan per Tanggal 31 Desember 2020	26
Gambar 4.2	Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per Tanggal 31 Desember 2020 setelah Kota Makassar Dihilangkan	27
Gambar 4.3	Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per Tanggal 31 Desember 2020 setelah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa Dihilangkan	28
Gambar 4.4	Rasio Kepadatan Penduduk di setiap Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020.....	29
Gambar 4.5	Rasio Kepadatan Penduduk di 22 Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020.....	30
Gambar 4.6	Rasio Kepadatan Penduduk di 21 Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020.....	31
Gambar 4.7	Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Setiap Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan yang Berasal dari Daerah yang berstatus Daerah Perkotaan per Tanggal 31 Desember 2020.....	32
Gambar 4.8	Jumlah Kasus Positif Covid-19 di 21 Kabupaten/Kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan yang Berasal dari Daerah yang berstatus Daerah Perkotaan per Tanggal 31 Desember 2020.....	34

DAFTAR SIMBOL

α	= taraf signifikansi (5%)
y	= variabel acak
$f(y)$	= fungsi kepadatan peluang distribusi <i>Inverse Gaussian</i>
μ, σ	= parameter pada variabel respon
g	= fungsi penghubung (<i>link function</i>).
L_1	= <i>Likelihood</i> tanpa variabel independen
L_2	= <i>Likelihood</i> tanpa variabel independen
Z	= statistik uji Z
G	= statistik uji G
χ^2	= <i>Pearson's Chi-Square</i>
τ	= rasio disperse
k	= jumlah parameter yang di estimasi dalam model
v	= derajat bebas
$\hat{\mu}_i$	= nilai ekspektasi dari y_i yang berdistribusi Poisson
β_0	= nilai konstanta
$\beta_1 X_{i1}$	= nilai variabel terikat ke-1
$\beta_k X_{ik}$	= nilai koefisien variabel terikat
ε_i	= galat untuk pengamatan ke- i
$\hat{\beta}_l$	= nilai dugaan untuk parameter β_l
$SE(\hat{\beta}_l)$	= taksiran standar error $\hat{\beta}_l$
$H(\hat{\theta}_0)$	= matriks Hessian
$\hat{\theta}_0$	= vektor awal parameter

$D(\hat{\theta}_0)$ = vektor gradien

$H(\hat{\theta}_0)$ = matriks Hessian

$I(\hat{\theta}_0)$ = matrix informasi *Fisher*



ABSTRAK

Nama : Munawwarah
NIM : 60600117045
Judul : **Model Penyebaran Covid-19 Di Provinsi Sulawesi Selatan
Menggunakan Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)**

Penelitian ini membahas tentang model penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG). Covid-19 merupakan penyakit menular yang berpotensi menimbulkan kedaruratan kesehatan masyarakat, hal ini disebabkan karena penyakit tersebut dapat menular melalui *droplet* yang keluar dari batuk, bersin, hingga napas orang yang terinfeksi Covid-19. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan model penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG). Adapun hasil yang diperoleh pada penelitian ini didapatkan model rata-rata penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) sebagai berikut:

$$\hat{\mu} = \exp(2,68 + 0,02x_2)$$

Kata Kunci: *Covid-19, Regresi Poisson, Overdispersi, Regresi Poisson Inverse Gaussian.*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

ABSTRACT

Name : Munawwarah
NIM : 60600117045
**Title : Covid-19 Spread Model in South Sulawesi Province
Using Poisson Inverse Gaussian Regression (PIG)**

This study discusses the model of the spread of Covid-19 in South Sulawesi Province using Poisson Inverse Gaussian (PIG) regression. Covid-19 is an infectious disease that has the potential to cause a public health emergency, this is because the disease can be transmitted through droplets that come out of coughs, sneezes, to the breath of people infected with Covid-19. The purpose of this study was to obtain a model for the spread of Covid-19 in South Sulawesi Province using Poisson Inverse Gaussian (PIG) regression. The results obtained in this study obtained a model of the average spread of Covid-19 in South Sulawesi Province using Poisson Inverse Gaussian (PIG) regression as follows

$$\hat{\mu} = \exp(2,68 + 0,02x_2)$$

Keywords: *Covid-19, Poisson Regression, Overdispersion, Poisson Inverse Gaussian Regression.*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Covid-19 pertama kali dilaporkan di Wuhan Provinsi Hubei, China di akhir tahun 2019. Sedangkan kasus Covid-19 di Indonesia pertama kali dilaporkan pada bulan Maret 2020 di Depok, Provinsi Jawa Barat. Virus ini dapat menular melalui *droplet* yang keluar dari batuk, bersin, hingga napas orang yang terinfeksi Covid-19. Oleh karena itu sangat dianjurkan untuk menjaga jarak lebih dari 1 meter dengan melakukan interaksi jarak jauh.

Kepadatan penduduk disuatu wilayah dapat mempengaruhi interaksi yang terjadi antar masyarakat. Seperti halnya di daerah perkotaan yang umumnya merupakan pusat interaksi masyarakat memiliki aktivitas tinggi. Semakin tinggi interaksi yang terjadi maka kemungkinan untuk terinfeksi Covid-19 juga semakin besar dan akan mengakibatkan penyebaran Covid-19 semakin meluas.

Penyebaran Covid-19 ini merupakan suatu kejadian yang tidak diinginkan terjadi karena hal ini dianggap sebagai kesulitan atau musibah, namun sebagai manusia hal ini pasti akan terjadi melintas dalam perjalanan hidup manusia untuk menguji kesabaran agar mereka kembali kepada sang pencipta seluruh alam.

Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam Q.S al-Baqarah/2 : 156.

الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمْ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ

Terjemahnya:

(yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka mengucapkan: "Inna lillaahi wa innaa ilaihi raaji'uun."¹

Arti kata *innalillahi wa inna ilaihi rojiuun* pada ayat diatas adalah sesungguhnya kita adalah milik Allah dan semuanya akan kembali ke-Nya. Mereka menghibur dirinya dengan mengucapkan kalimat tersebut manakala mereka tertimpa musibah, dan mereka yakin bahwa diri mereka adalah milik Allah. Dia memberlakukan terhadap hamba-hamba-Nya menurut apa yang dikehendaki. Mereka meyakini bahwa Allah tidak akan menyia-nyiakan pahala disisi-Nya seberat biji sawi pun kelak di hari kiamat. Maka ucapan ini menanamkan di dalam hati mereka suatu pengakuan yang menyatakan bahwa diri mereka adalah hamba-hamba-Nya dan mereka pasti akan kembali kepada-Nya di hari akhirat nanti karena itulah maka Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* memberitahukan tentang pahala yang akan di berikan-Nya kepada mereka sebagai imbalan dari hal tersebut.²

Di Provinsi Sulawesi Selatan jumlah orang yang meninggal dengan kasus positif terkonfirmasi Covid-19 terus meningkat sejak awal munculnya virus tersebut. Para ulama sepakat bahwa para petugas medis merupakan garda terdepan dalam penanganan pasien Covid-19 dikategorikan mati syahid. Bagi umat muslim yang beriman, mati syahid merupakan cita-cita mulia. Karena sesungguhnya orang yang mati syahid dijamin Allah dengan surga.

Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam Q.S al-Baqarah/2 : 154

¹Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung : PT Syaamil Cipta Media, 2015), h.24.

²Al Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir Ad-Dimasyqi. "*Tafsir Ibnu Katsir Lengkap*". P4, h. 99.

وَلَا تَقُولُوا لِمَنْ يُقْتَلُ فِي سَبِيلِ اللَّهِ أَمُوتَ ۚ بَلْ أَحْيَاءٌ وَلَكِنْ لَا تَشْعُرُونَ

Terjemahnya:

Dan janganlah kamu mengatakan terhadap orang-orang yang gugur di jalan Allah, (bahwa mereka itu) mati; bahkan (sebenarnya) mereka itu hidup, tetapi kamu tidak menyadarinya.³

Melalui ayat ini, Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* menyampaikan bahwa orang-orang yang mati syahid di alam barzakhnya dalam keadaan hidup, mereka diberi rezeki oleh Allah seperti yang disebutkan di dalam hadis shahih muslim.⁴

Menurut data pantauan Satuan Tugas Covid-19 (data update: Minggu, 14 Februari 2021), ada sebanyak 52.480 total kasus konfirmasi aktif di Provinsi Sulawesi Selatan. Di Kota Makassar memiliki kasus Konfirmasi aktif sebanyak 25.948 kasus yang merupakan jumlah kasus tertinggi di Provinsi Sulawesi Selatan, dan kasus konfirmasi aktif terendah adalah di Kabupaten Toraja Utara dengan jumlah kasus konfirmasi aktif sebanyak 380 kasus, hal ini memungkinkan adanya penyimpangan pada data yang disebabkan karena adanya perbedaan jumlah kasus yang tinggi antar kabupaten yang akan mengakibatkan keberagaman suatu data lebih besar dari rataannya.⁵

Penyimpangan data atau dalam hal ini *overdispersi* adalah suatu keadaan dimana keragaman suatu data lebih besar dari rataannya, atau dalam kehidupan sehari-hari dapat diartikan sebagai suatu keadaan yang menyimpang atau

³Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung : PT Syaamil Cipta Media, 2015), h.24

⁴Al Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir Ad-Dimasyqi. "*Tafsir Ibnu Katsir Lengkap*". P2, h. 100

⁵Website Resmi Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan, *Covid-19.sulselprov.go.id*, diakses pada tanggal 14 Februari 2020.

perbuatan yang melampaui batas dan diharapkan tidak terjadi. Dalam islam Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* melarang perbuatan yang melampaui batas.

Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* berfirman dalam QS al-Nisa/4:171.

يَا هَلَالِ الْكِتَابِ لَا تَغْلُوا فِي دِينِكُمْ وَلَا تَقُولُوا عَلَى اللَّهِ إِلَّا الْحَقَّ إِنَّمَا الْمَسِيحُ عِيسَى ابْنُ مَرْيَمَ رَسُولُ اللَّهِ وَكَلِمَتُهُ ٱلْفَهَىٰ إِلَىٰ مَرْيَمَ وَرُوحٌ مِّنْهُ فَآمِنُوا بِاللَّهِ وَرُسُلِهِ وَلَا تَقُولُوا ثَلَاثَةٌ ٱنْتَهُوا خَيْرًا لَّكُمْ إِنَّمَا اللَّهُ إِلَهُ وَٱحِدٌ سُبْحَنَهُ أَنْ يَكُونَ لَهُ وَلَدٌ لَهُ مَا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي ٱلْأَرْضِ وَكَفَىٰ بِاللَّهِ وَكِيلًا .

Terjemahnya:

Wahai ahli kitab janganlah kamu melampaui batas dalam agamamu dan janganlah kamu mengatakan terhadap Allah kecuali yang benar. Sungguh. Al-Masih Isa putra Maryam itu, adalah utusan Allah dan (yang diciptakan dengan) kalimat-Nya yang disampaikan-Nya kepada Maryam, dan (dengan tiupan) roh dari-Nya. Maka berimanlah kepada Allah dan rasul-rasul-Nya dan janganlah kamu mengatakan, “(Tuhan itu) tiga,” berhentilah (dari ucapan itu). (itu) lebih baik bagimu. Sesungguhnya Allah Tuhan Yang Maha Esa, Mahasuci Dia dari (anggapan) mempunyai anak. Milik-Nyalah apa yang ada dilangit dan apa yang ada di bumi. Dan cukuplah Allah sebagai pelindung.⁶

Arti *la taglu fii diynikum* dalam ayat ini berarti janganlah bersikap melampaui batas dalam agamamu. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* melarang ahli kitab bersikap melampaui batas dan menyanjung secara berlebihan. Hal ini banyak dilakukan oleh orang-orang Nasrani, karena sesungguhnya mereka telah melampaui batas sehubungan dengan Nabi Isa. Mereka mengangkatnya

⁶Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung : PT Syaamil Cipta Media, 2015), h.105.

diatas kedudukan yang telah diberikan Allah yang mereka sembah sebagaimana mereka menyembah Dia.⁷

Orang Nasrani mempertuhan Isa as. dan orang Yahudi yang menuduh Isa as. dan ibunya dengan tuduhan yang amat keji. Kepada Ahl al-Kitab yang melampaui batas itu ayat ini ditujukan: *Wahai Ahl al-Kitab, janganlah kamu melampaui batas kewajaran yang ditetapkan akal dan agama dalam melaksanakan agama kamu, dan janganlah kamu mengatakan terhadap Allah satu perkataan atau keyakinan kecuali yang benar. Jangan berakata bahwa Isa adalah Tuhan atau anak Tuhan karena sesungguhnya al-Masih, Isa putra Maryam itu, adalah manusia dan hamba Allah. Jangan juga berkata wahai orang-orang Yahudi, bahwa dia pembohong karena sesungguhnya dia adalah utusan Allah dan yang diciptakan dengan kalimat-Nya yang disampaikan-Nya kepada Maryam, dan dengan tiupan ruh dari-Nya. Maka, berimanlah kamu kepada Allah dan rasul-rasul-Nya termasuk Muhammad saw. dan janganlah kamu mengatakan, yakni percaya bahwa Tuhan itu tiga, berhentilah, yakni tinggalkan ucapan dan kepercayaan itu serta kepercayaan yang lain yang bertentangan dengan tauhid.*⁸

Perbuatan yang melampaui batas atau berlebih-lebihan baik dalam beragama maupun dalam kehidupan sehari-hari dilarang oleh *Subhanahu Wa Ta'ala*. Seperti yang dijelaskan juga dalam firman Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* dalam QS al-Zumar/39:53.

⁷Al Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir Ad-Dimasyqi. "*Tafsir Ibnu Katsir Lengkap*". P4, h. 78.

⁸M Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah: pesan, kesan dan keserasian AL-Qur'an/ M Quran Shihab*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), h.829.

قُلْ لِعِبَادِيَ الَّذِينَ أَسْرَفُوا عَلَىٰ أَنْفُسِهِمْ لَا تَقْنَطُوا مِنْ رَحْمَةِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ يَغْفِرُ

الدُّنُوبَ جَمِيعًا إِنَّهُ هُوَ الْغَفُورُ الرَّحِيمُ

Terjemahnya:

Katakanlah, Wahai hamba-hamba-ku yang melampaui batas terhadap diri mereka sendiri! Janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya Allah mengampuni dosa-dosa semuanya. Sungguh, Dialah Yang Maha Pengampun, Maha Penyayang.⁹

Arti kata *asrofu* pada ayat diatas adalah “melampaui batas” yang merupakan perbuatan yang tidak disukai oleh Allah *Subhanahu Wa Ta’ala*. Ayat ini adalah seruan kepada semua orang kafir dan orang yang tidak taat lainnya untuk bertaubat dan kembali kepada-Nya. Juga sebagai pemberitahuan bahwa Allah *Subhanahu Wa Ta’ala* mengampuni semua dosa sekalipun banyaknya seperti buih laut, bagi yang mau bertaubat kepada-Nya dan meninggalkan perbuatan dosanya.¹⁰

Arti *lataqnatu* dalam ayat tersebut berarti “janganlah kamu berputus asa”, menunjukkan bahwa manusia sebagai hamba harus tetap dan selalu berusaha meskipun telah melakukan dosa, jangan berputus asa dari rahmat Allah *Subhanahu Wa Ta’ala*. Melampaui batas dikatakan sebagai perbuatan yang menyimpang dan Allah *Subhanahu Wa Ta’ala* mengampuninya, jika orang yang melakukan perbuatan tersebut bertaubat kepada-Nya. Oleh karena itu jangan sekali-kali berputus asa dari rahmat Allah, jika telah melakukan

⁹Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*, (Bandung : PT Syaamil Cipta Media, 2015), h.464.

¹⁰Al Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir Ad-Dimasyqi. “*Tafsir Ibnu Katsir Lengkap*”. P39, h. 20.

perbuatan dosa maka segera bertaubat kepada Allah yang Maha menerima taubat.

Dalam sebuah penelitian, penyimpangan data seringkali terjadi dalam menganalisis data *count*. Jika dianalisis dengan model yang tidak sesuai maka akan menghasilkan kesimpulan yang keliru. Penanganan penyimpangan ini dapat dilakukan dengan model lain yang lebih sesuai untuk menghindari kesalahan dalam pengambilan keputusan diakhir penelitian. Dalam statistik, data yang mengalami penyimpangan dalam hal ini *overdispersi* dapat dimodelkan dengan model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG).

Regresi *Poisson Inverse Gaussian* merupakan gabungan antara distribusi Poisson dengan beberapa distribusi baik diskrit maupun kontinu (*mixed Poisson distribution*) yang digunakan untuk data cacahan dengan kasus *overdispersi*. Tahun 2017, Andriana Y. Herindrawati, I Nyoman Latra, dan Purhadi melakukan penelitian yang menyimpulkan bahwa data jumlah kasus HIV di Provinsi Jawa Tengah pada Tahun 2015 mengalami kasus *overdispersi*, maka dari itu model regresi PIG dapat digunakan.¹¹ Selanjutnya pada Tahun 2014, Zha, Lord, Zou juga melakukan penelitian bahwa dalam memodelkan kasus kecelakaan motor di kedua tempat yaitu Texas dan Washington, model regresi PIG lebih baik dari regresi Binomial Negatif.¹²

¹¹Andriyana Y Herindrawati, dkk. *Pemodelan Regresi Poisson Inverse Gaussian Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015* (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017).

¹²Zha,L., Lord,D. dan Zou,Y. *The Poisson Inverse Gaussian (PIG) Generalized Linear Regression Model for Analyzing Motor Vehicle Crash Data* (Journal of Transportation Safety and Security, 2014).

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk memodelkan penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan guna untuk memberikan gambaran kepada masyarakat ataupun instansi terkait agar dapat menekan penyebaran Covid-19. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian dengan judul “Model Penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)”.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana model penyebaran Covid-19 di provinsi Sulawesi Selatan menggunakan Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model penyebaran Covid-19 di provinsi Sulawesi Selatan menggunakan *Regresi Poisson Inverse Gaussian* (PIG).

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memperdalam pengetahuan penulis dalam bidang matematika khususnya pada Analisis Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG).
2. Untuk memperluas wawasan pembaca serta dapat mengembangkannya dengan melakukan penelitian lebih lanjut mengenai Analisis *Regresi Poisson Inverse Gaussian* (PIG).
3. Untuk memberikan gambaran kepada masyarakat atau instansi terkait agar dapat menekan penyebaran Covid-19

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Regresi Poisson

Jika μ_i adalah jumlah rata-rata peristiwa dalam periode t_i dan diasumsikan μ_i tidak berubah dari titik data ke titik data secara bebas maka μ_i dapat dimodelkan sebagai fungsi dari k variabel prediktor. Dalam *Generalized Linier Model*, terdapat sebuah fungsi g yang menghubungkan rata-rata dari variabel respon dengan sebuah prediktor linier, yaitu:

$$g(\mu_i) = \eta_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} \quad (2.1)$$

Fungsi g disebut fungsi penghubung (*link function*).

Pada model regresi Poisson, fungsi penghubung yang digunakan adalah *logarithmic link* atau penghubung log karena fungsi log menjamin bahwa nilai variabel yang diharapkan dari variabel respon akan bernilai non negatif. Berikut merupakan fungsi penghubung yang digunakan untuk model regresi Poisson.

$$\ln E(y | x) = \ln(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} \quad (2.2)$$

$$\mu_i = \exp(x_i' \hat{\beta}) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}) \quad (2.3)$$

Model regresi Poisson dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = t_i \exp(x_i' \hat{\beta}) + \varepsilon_i \quad (2.4)$$

dimana:

β_0 = nilai konstanta

$\beta_1 X_{i1}$ = nilai variabel terikat ke-i

$\beta_k X_{ik}$ = nilai koefisien variabel terikat

ε_i = galat untuk pengamatan ke-i

dengan X_{ik} merupakan variabel bebas ke-k pada pengamatan ke-i dan $i=1,2,\dots,n$ dan $\hat{\mu}_i$ adalah nilai tengah banyaknya kejadian.¹³

B. Distribusi *Inverse Gaussian*

Inverse Gaussian merupakan salah satu distribusi kontinu yang masuk ke dalam GLM dengan variabel respon berdistribusi *Inverse Gaussian*. Karena *Inverse Gaussian* merupakan salah satu distribusi GLM, maka komponen utama distribusi *Inverse Gaussian* yaitu komponen sistematis dan fungsi link. Variabel respon y pada Distribusi *Inverse Gaussian* merupakan variabel *non negative* dengan fungsi kepadatan peluang yang dinotasikan sebagai $y \sim IG(\mu^2, \sigma^2)$ yaitu:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi y^3}} \exp\left\{-\frac{1}{2y}\left(\frac{y-\mu}{\mu\sigma}\right)^2\right\}, y > 0 \quad (2.5)$$

Dengan:

y : variabel acak

$f(y)$: fungsi kepadatan peluang distribusi *Inverse Gaussian*

μ, σ : parameter pada variabel respon

¹³ Iin Sundari, *Regresi Poisson dan Penerapannya Untuk Memodelkan Hubungan Usia dan Perilaku Merokok Terhadap Jumlah Kematian Penderita Penyakit Kanker Paru-paru* Vol.1 No. 1 (Jurnal Matematika UNAND, Padang), h. 72

Dengan ekspektasi dan variansinya adalah $E(Y) = \mu$, $Var(Y) = \sigma^2 \mu^3$.¹⁴

C. Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)

1. Model Regresi PIG

Model regresi *Poisson inverse Gaussian* seperti pada persamaan berikut:

$$\mu_i = e^{x_i^T \beta} \text{ atau } \ln(\mu_i) = x_i^T \beta \quad (2.6)$$

Dengan

$$X_i^T = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}] \quad (2.7)$$

$$\beta = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T \quad (2.8)$$

Dimana $i = 1, 2, \dots, n$ menunjukkan nomor observasi, dengan fungsi kepadatan peluang sebagai berikut:

$$P(Y|x_i; \beta; \tau) = \left\{ \frac{e^{x_i^T \beta} y! e^{1/\tau}}{y!} \left(\frac{2}{\pi \tau} \right)^{\frac{1}{2}} \left(2e^{x_i^T \beta} \tau + 1 \right)^{-\frac{(y_i - \frac{1}{2})}{2}} K_{Si}(Z_i) \right\} \quad (2.9)$$

dimana

$$S = y - \frac{1}{2} \text{ dan } Z = \sqrt{\frac{1}{\tau^2} + \frac{2\mu}{\tau}}$$

$K_{Si}(Z_i) = K_{y-\frac{1}{2}}(\frac{1}{\tau} \sqrt{2\mu\tau + 1})$ adalah fungsi Bessel modifikasi jenis ketiga.

2. Estimasi Parameter Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)

¹⁴ Nurul Huda dkk, *Estimasi Parameter Regresi Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG) Untuk Menentukan Besar Klaim*, Vol 04, No.3 (Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster), 2015), h. 324

Parameter β pada regresi *Poisson Inverse Gaussian* ditaksir dengan metode *maximum likelihood*, dengan menentukan fungsi *likelihood* dari distribusi *Poisson Inverse Gaussian*. Fungsi *likelihood* adalah sebagai berikut:

$$L(\beta; \tau) = \prod_{i=1}^n P(Y = y_i | x_i; \beta; \tau), \quad (2.10)$$

$$L(\beta; \tau) = \prod_{i=1}^n \left\{ \frac{\mu_i^{y_i}}{y_i!} \left(\frac{2}{\pi\tau} \right)^{\frac{1}{2}} (2\mu_i\tau + 1)^{-\frac{(y_i - \frac{1}{2})}{2}} K_{S_i}(Z_i) \right\} \quad (2.11)$$

Fungsi *likelihood* tersebut diubah menjadi logaritma natural (\ln), sehingga menjadi persamaan sebagai berikut:

$$l(\beta; \tau) = \ln L(\beta; \tau) \quad (2.12)$$

$$\begin{aligned} &= \sum_{i=1}^n y_i x_i^T \beta + \frac{n}{r} - \ln \left(\sum_{i=1}^n y_i! \right) + \frac{n}{2} \ln \left(\frac{2}{\pi} \right) - \frac{n}{2} \ln r \\ &\quad - \sum_{i=1}^n \left(\frac{2y_i - 1}{4} \right) \ln(2x_i^T \beta + 1) + \sum_{i=1}^n \ln K_{S_i}(Z_i) \end{aligned}$$

Kemudian tentukan turunan pertama dan turuna kedua terhadap parameter β dan τ dari persamaan diatas.

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial \beta} &= \frac{\partial \sum_{i=1}^n y_i x_i^T \beta + \frac{n}{r} - \ln(\sum_{i=1}^n y_i!) + \frac{n}{2} \ln \left(\frac{2}{\pi} \right) - \frac{n}{2} \ln r}{\partial \beta} \\ &\quad - \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{2y_i - 1}{4} \right) \ln(2x_i^T \beta + 1) + \sum_{i=1}^n \ln K_{S_i}(Z_i)}{\partial \beta} \\ &= \sum_{i=1}^n y_i x_i^T - \sum_{i=1}^n \left(\frac{2y_i - 1}{4} \right) \frac{1}{(2x_i^T \beta + 1)} 2x_i^T = 0 \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial l}{\partial \tau} &= \frac{\partial \sum_{i=1}^n y_i x_i^T \beta + \frac{n}{r} - \ln(\sum_{i=1}^n y_i!) + \frac{n}{2} \ln\left(\frac{2}{\pi}\right) - \frac{n}{2} \ln r}{\partial \tau} \\
&\quad - \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{2y_i - 1}{4}\right) \ln(2x_i^T \beta + 1) + \sum_{i=1}^n \ln K_{Si}(Z_i)}{\partial \beta} \\
&= -\frac{n}{\tau^2} - \frac{n}{2\tau} = 0
\end{aligned} \tag{2.14}$$

Selanjutnya dari persamaan (2.13) ditentukan turunan dari β yaitu:

$$\frac{\partial^2 l}{\partial \beta^T \partial \beta} = \frac{\partial \left(\frac{\partial l}{\partial \tau} \right)}{\partial \tau} \text{ dan } \tau \text{ yaitu } \frac{\partial^2 l}{\partial \beta \partial \tau} = \frac{\partial \left(\frac{\partial l}{\partial \beta} \right)}{\partial \tau}. \text{ Dari persamaan (2.13) juga}$$

ditentukan turunan terhadap τ yaitu $\frac{\partial^2 l}{\partial \tau^2} = \frac{\partial \left(\frac{\partial l}{\partial \tau} \right)}{\partial \tau}.$

Jika persamaan diatas bersifat implisit dan non linear dalam parameter β dan τ sehingga untuk mendapatkan estimasi parameter $\theta = [\beta^T \ \tau]^T$, dapat menggunakan *Fisher Scoring Algorithm* untuk memaksimumkan fungsi tersebut, seperti ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\hat{\beta}_{(r+1)} = \hat{\theta}_{(r)} + I^{-1}(\hat{\theta}_{(m)}) D(\hat{\theta}_{(m)}), \tag{2.15}$$

Dimana

$$\hat{\theta} = (\hat{\beta}^T, \hat{\tau})^T \tag{2.16}$$

$$D(\hat{\theta}) = \left(\frac{\partial l}{\partial \hat{\tau}}, \frac{\partial l}{\partial \hat{\beta}^T} \right)^T \tag{2.17}$$

$$I(\hat{\theta}_{(m)}) = -E[H(\hat{\theta}_{(m)})] \tag{2.18}$$

$$H(\hat{\theta}_{(m)})_{(k+1)(k+1)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\tau}^2} & \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\tau} \partial \hat{\beta}} \\ \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\beta} \partial \hat{\tau}} & \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\beta} \partial \hat{\beta}^T} \end{bmatrix}_{\theta=\theta_m} \quad (2.19)$$

Sehingga

$$I(\hat{\theta}_{(m)}) = -E \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\tau}^2} & \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\tau} \partial \hat{\beta}} \\ \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\beta} \partial \hat{\tau}} & \frac{\partial^2 l}{\partial \hat{\tau} \partial \hat{\beta}^T} \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

Langkah-langkah Algoritma *Fisher Scoring* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan vektor awal parameter $\hat{\theta}_0$ dengan mengasumsikan bahwa data memenuhi model regresi linear berganda:

$$Y^* = \beta_{0(0)} + x_{i1}\beta_{1(0)} + \dots + x_{ip}\beta_{p(0)} + \varepsilon_i \quad \text{dimana } i = 1, 2, \dots, n \quad \text{dan}$$

dengan metode kuadrat terkecil diperoleh $\hat{\beta}_{(0)} = (X^T X)^{-1} X^T Y^*$.

2. Membentuk vektor gradien $D(\hat{\theta}_0)$.
3. Membentuk matriks Hessian $H(\hat{\theta}_0)$.
4. Membentuk matrix informasi *Fisher* $I(\hat{\theta}_0)$.
5. Memasukkan nilai $\hat{\theta}_{(0)}$ untuk mendapatkan vektor gradien $D(\hat{\theta}_{(0)})$ dan matriks hessian $H(\hat{\theta}_{(0)})$.
6. Mulai dari $m = 0$ dilakukan iterasi pada $\hat{\theta}_{(r+1)} = \hat{\theta}_{(r)} + I^{-1}(\hat{\theta}_{(m)})D(\hat{\theta}_{(m)})$, nilai $\hat{\theta}_{(m)}$ adalah sekumpulan penaksiran parameter yang konvergen saat iterai ke- m .

7. Apabila belum diperoleh penaksiran parameter yang konvergen yang diperoleh dalam iterasi ke- m , maka dilanjutkan kembali ke langkah 5 hingga iterasi ke- $m+1$. Iterasi akan berhenti apabila nilai dari $\|\hat{\theta}_{(m+1)} - \hat{\theta}_{(m)}\| \leq \varepsilon$ dan $\varepsilon > 0$ adalah bilangan yang sangat kecil.

D. Pengujian Parameter

Pengujian serentak (uji *Overall*) mencakup semua parameter β secara bersama-sama dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{minimal terdapat satu } \beta_l \neq 0 \text{ dengan } l = 1, 2, 3, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji G

$$\begin{aligned} G &= -2 \ln \left(\frac{L_1}{L_2} \right) \\ &= 2(\ln L_1 - \ln L_2) \end{aligned} \tag{2.21}$$

Dimana:

L_1 : *Likelihood* tanpa variabel independen

L_2 : *Likelihood* dengan variabel independen

Statistik G merupakan pendekatan dari distribusi *chi* kuadrat dengan derajat bebas ν sehingga kriteria pengujinya apabila $G_{hit} > \chi^2_{(\alpha, \nu)}$ maka tolak H_0 ,¹⁵ atau dapat dilihat berdasarkan nilai *p-value* dibandingkan dengan α

¹⁵Andriana Y. Herindrawati dkk, *Pemodelan regresi poisson Inverse Gaussian, Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015*, h. 144-145.

dengan daerah penolakan p -value lebih kecil dari α yang menunjukkan bahwa minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan.¹⁶

Pengujian secara parsial (uji parsial) untuk parameter β dan τ adalah sebagai berikut.

1. Hipotesis untuk menguji signifikansi parameter β .

$$H_0: \beta_l = 0$$

$$H_1: \beta_l \neq 0, \text{ dengan } l = 1, 2, 3, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan untuk menguji signifikansi parameter β adalah sebagai berikut :

$$z = \frac{\hat{\beta}_l}{SE(\hat{\beta}_l)} \quad (2.23)$$

dimana:

$$\hat{\beta}_l = \text{Nilai dugaan untuk parameter } \beta_l$$

$$SE(\hat{\beta}_l) = \text{taksiran standar error } \hat{\beta}_l$$

Kriteria uji tolak H_0 apabila $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$.¹⁷

2. Hipotesis untuk menguji signifikansi parameter τ .

$$H_0: \tau = 0$$

$$H_1: \tau \neq 0$$

¹⁶Herindrawati,dkk. *Pemodelan Regresi Poisson Inverse Gaussian Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015*, (Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.2017).

¹⁷Andriana Y. Herindrawati dkk, *Pemodelan regresi poisson Inverse Gaussian, Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015*, Vol.6, No.1 (Surabaya: Jurnal Sains Dan Seni ITS, 2017), h. 144-145.

Statistik uji yang digunakan:

$$z = \frac{\hat{\tau}}{SE(\hat{\tau})} \quad (2.24)$$

Kriteria pengujiannya adalah tolak H_0 apabila $|Z_{hit}|$ lebih besar dari nilai

$$Z_{\alpha/2}.$$

E. Pemilihan Model Terbaik

AIC atau *Akaike Information Criterion* adalah salah satu sarana dalam pemilihan model. AIC memperkirakan kualitas masing-masing model, relatif terhadap model lain. Misalkan L adalah nilai maksimum dari fungsi *Likelihood* suatu model, dan k adalah jumlah parameter yang di estimasi dalam model, maka nilai AIC dari model tersebut adalah sebagai berikut :

$$AIC = 2k - 2\ln(L(\hat{\theta})) \quad (2.28)$$

Apabila diberikan beberapa model untuk sebuah set data, maka model yang lebih baik adalah model AIC yang kecil.¹⁸

E. Pelanggaran Asumsi

Dalam regresi Poisson ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi. Salah satunya adalah asumsi kesamaan antara rata-rata (*mean*) dan variansi (*variance*) yang dikenal dengan *ekuidispersi*.¹⁹ Namun pada penerapannya seringkali terjadi pelanggaran asumsi dimana keragaman suatu data lebih

¹⁸Andriana Y. Herindrawati dkk, *Pemodelan regresi poisson Inverse Gaussian, Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015*, Vol.6, No.1 (Surabaya: Jurnal Sains Dan Seni ITS, 2017), h. 144-145.

¹⁹Darnah, *Mengatasi Overdispersion pada Model Regresi Poisson dengan Generalized Poisson Regression I*, Vol 2, No.2 (Jurnal Eksponensial, November 2011), h. 5-6.

besar dari nilai rataannya, keadaan ini disebut *overdispersi*. *Overdispersi* pada regresi Poisson menghasilkan standar deviasi dari dugaan parameter jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai sebenarnya (*underestimate*) dan uji signifikansi dari peubah bebas jauh lebih besar dari nilai sebenarnya (*overestimate*), sehingga kesimpulan yang diperoleh bisa keliru atau tidak valid. Suatu data dikatakan *overdispersi* apabila rasio disperse (τ) bernilai lebih dari satu dan konstan. Untuk mendeteksi adanya *Overdispersi* dalam regresi Poisson dapat menggunakan *Pearson's Chi-Square* yang dibagi derajat bebasnya. Rumus uji statistik *Pearson's Chi-Square* adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - E(Y))^2}{\text{var}(Y)} \quad (2.29)$$

Dengan rasio disperse

$$\tau = \frac{\chi^2}{n - k} \quad (2.30)$$

Apabila nilai τ lebih besar dari 1 artinya terdapat keragaman data pada variabel (Y) terhadap regresi Poisson, sehingga dapat dikatakan bahwa data mengalami *overdispersi*.²⁰

F. COVID-19

World Health Organization atau lebih dikenal dengan WHO pertama kali menyebut *coronavirus disease* yang ditemukan pertama kali di Wuhan, provinsi Hubei China dengan *novel coronavirus 2019* (2019-nCoV) yang

²⁰Nurmaleni dan Nurahmah Fadilah Rahayu, *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Penderita Gizi Buruk Pada Balita di Papua Tahun 2015 dengan metode regresi Zero inflated Poisson (ZIP)* Jilid 7, No.1 (jurnal logika, 2017), h. 1-14

disebabkan oleh virus *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2). Indonesia melaporkan dua kasus positif COVID-19 pada tanggal 2 Maret 2020. Pada tanggal 15 April 2020 jumlah kasus konfirmasi adalah 4.839 orang, rasio kematian sebesar 9,5% (459 orang), PDP yang dirawat sebanyak 3.954 orang, sebanyak 426 pasien telah dinyatakan sembuh. 34 provinsi telah dinyatakan terinfeksi COVID-19, dimana ada 5 provinsi dengan kasus konfirmasi lebih dari 100 orang (DKI Jakarta, Jabar, Jatim, Banten, Jateng, dan Sulsel), DKI Jakarta terbesar dengan 2.335 kasus terkonfirmasi.²¹

Coronavirus merupakan virus RNA dengan ukuran partikel 120-160 nm. Virus ini utamanya menginfeksi hewan, termasuk diantaranya adalah kelelawar dan unta. Sebelum terjadinya wabah COVID-19, terdapat 6 jenis *coronavirus* yang dapat menginfeksi manusia, yaitu *alphacoronavirus* 229E, *alphacoronavirus* NL63, *betacoronavirus* OC43, *betacoronavirus* HKU1, *Severe Acute Respiratory Illness Coronavirus* (SARS-CoV), *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus* (MERS-CoV). *Coronavirus* yang menjadi etiologi COVID-19 termasuk dalam genus *betacoronavirus*. Hasil analisis filogenetik menunjukkan bahwa virus ini masuk dalam subgenus yang sama dengan *coronavirus* yang menyebabkan wabah *Severe Acute Respiratory Illness* (SARS) pada 2002-2004 silam, yaitu *Sarbecovirus*.²²

²¹Anung Ahadi Pradana dkk, *Pengaruh Kebijakan Social Distancing Pada Wabah Covid-19 Terhadap Kelompok Rentan di Indonesia*, vol. 09, No.2, (Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia JKKI, juni 2020) h.61

²²Adityo Susilo dkk, *Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini*, vol 7 no.1 (Jakarta: Jurnal Penyakit Dalam Indonesia, maret 2020), h.45-46.

COVID-19 mengganggu kesehatan global, kesejahteraan sosial, dan ekonomi dalam proporsi yang tak tertandingi dalam sejarah modern.²³ Sebagian besar pasien yang terinfeksi SARS-CoV-2 (COVID-19) menunjukkan gejala-gejala pada sistem pernapasan seperti demam, batuk, bersin dan sesak napas. Berdasarkan data 55.924 kasus, gejala yang paling banyak ditemui adalah demam, batuk kering dan *fatigue*. Gejala lain yang dapat ditemukan adalah batuk produktif, sesak napas, sakit tenggorokan, nyeri kepala, mialgia/artralgia, mengigil, mual/muntah, kongesti nasal, diare, nyeri abdomen, hemoptisis dan kongesti konjungtiva. Lebih dari 40% demam pada pasien COVID-19 memiliki suhu puncak antara 38,1-39°C, sementara 34% mengalami demam suhu lebih dari 39 °C.²⁴



²³K. Soreide dkk, *Immediae and long-term impact of the COVID-19 Pandemic on delivery of surgical services*. (British jurnal of Surgery April 2020).

²⁴Adityo Susilo dkk, *Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini*, h.50

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan.

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan dan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan.

C. Waktu Penelitian dan Tempat Pengambilan Data Penelitian

Waktu penelitian ini direncanakan mulai Maret - juli 2020 dan tempat pengambilan data penelitian di Badan Pusat Statistik dan Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan.

D. Variabel dan Definisi Operasional Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Jumlah kasus Positif Covid-19 (Y)
2. Rasio kepadatan penduduk (X_1)
3. Jumlah Kasus Positif Covid-19 yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Perkotaan (X_2)

Berikut ini definisi operasional dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian.

a. Jumlah kasus Positif Covid-19 (Y)

Jumlah kasus Positif Covid-19 adalah seseorang yang dinyatakan positif covid-19 yang dalam kondisi konfirmasi aktif dan sedang menjalani masa isolasi atau perawatan per tanggal 31 Desember 2020 di Provinsi Sulawesi Selatan di setiap kabupaten/kota yang dinyatakan dalam satuan jiwa.

b. Rasio kepadatan penduduk (X_1)

Rasio Kepadatan penduduk adalah rasio banyaknya penduduk per km^2 di Provinsi Sulawesi Selatan di setiap kabupaten/ kota yang dinyatakan dalam satuan penduduk jiwa/ km^2

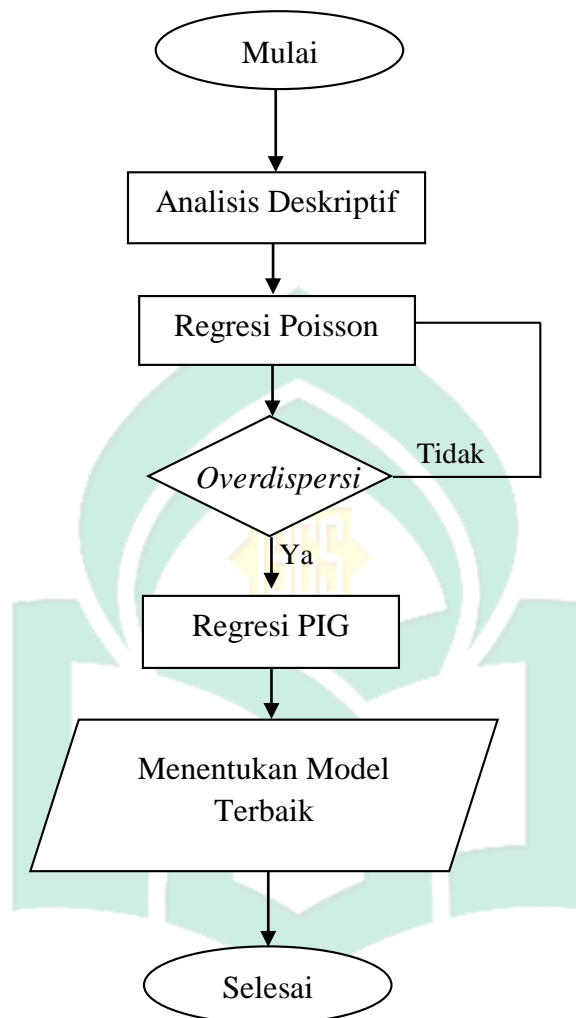
c. Jumlah Kasus Positif Covid-19 yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Perkotaan (X_2)

Jumlah kasus positif Covid-19 yang berasal dari daerah yang berstatus perkotaan adalah seseorang yang dinyatakan positif Covid-19 yang dalam kondisi konfirmasi aktif dan sedang menjalani masa isolasi atau perawatan yang berasal dari daerah yang berstatus Perkotaan di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 120 Tahun 2020 tentang klasifikasi daerah perkotaan dan perdesaaan di Indonesia Tahun 2020.

E. Prosedur Analisis Data

Adapun langkah-langkah analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan data
2. Mendeskripsikan data
3. Menentukan model regresi Poisson
4. Melakukan pengecekan *Overdispersi* pada model regresi poisson. Jika terdapat *Overdispersi* dari model regresi poisson maka dapat dilakukan pendekatan model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)
5. Mendapatkan model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) dengan:
 - a. Menentukan nilai taksiran parameter regresi PIG
 - b. Menentukan model regresi PIG
 - c. Menguji signifikansi parameter regresi PIG
6. Pemilihan model terbaik

F. Flowchart Penelitian**Gambar 3.1** Flowchart Penelitian

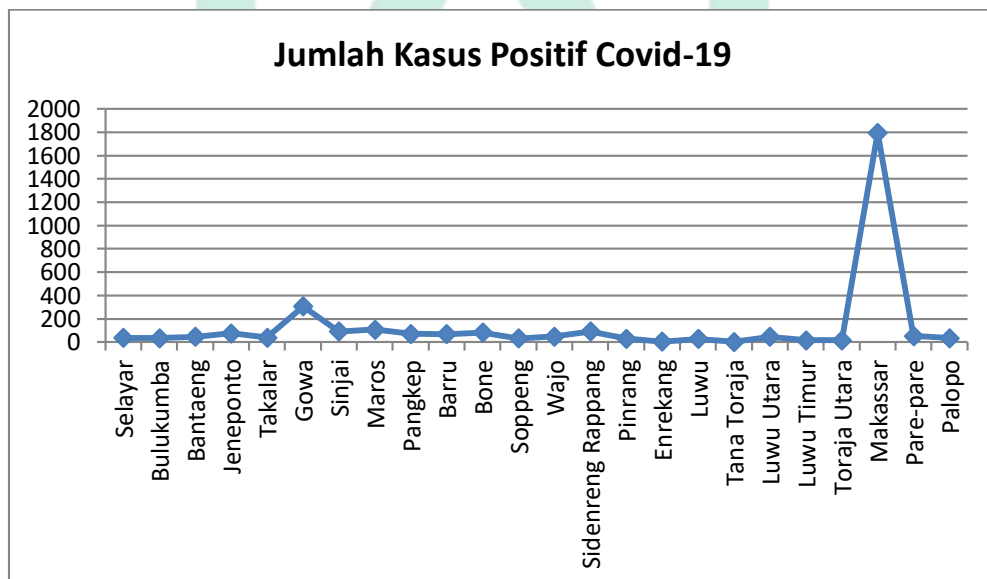
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Statistika Deskriptif

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 di setiap Kabupaten/kota (Y), Rasio Kepadatan penduduk (X_1) dan Jumlah Kasus Positif Covid-19 yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Daerah Perkotaan (X_2). Setelah melakukan analisis pada data penelitian, terdapat data pencilan atau *outliers*. Berikut merupakan Gambar 4.1 yang menyajikan jumlah kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan di setiap Kabupaten kota per tanggal 31 Desember 2020.

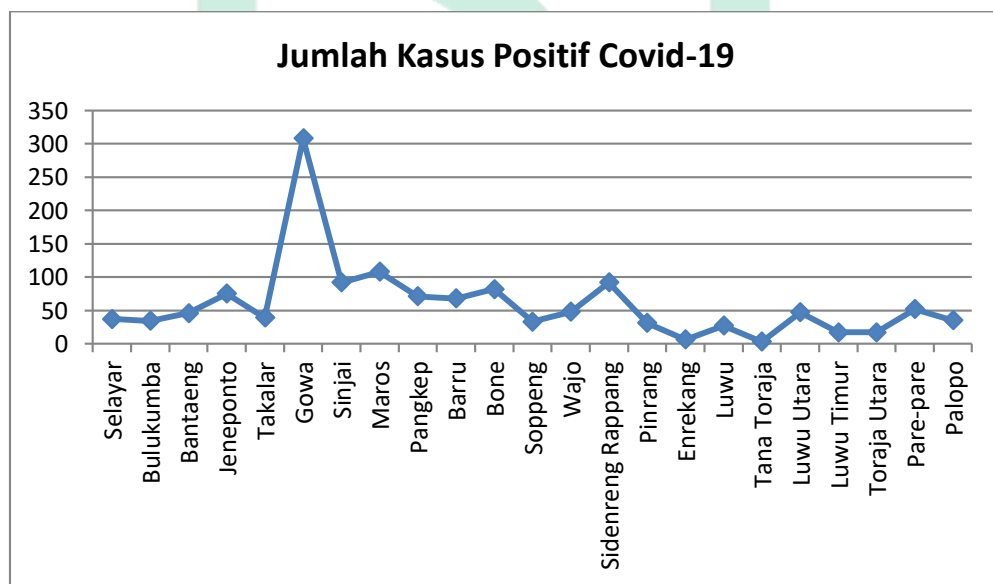


Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar 4.1 Jumlah Kasus Positif Covid-19 di setiap Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020.

Gambar 4.1 menunjukkan jumlah kasus Positif Covid-19 di setiap Kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020.

Gambar tersebut menunjukkan bahwa Kota Makassar memiliki kasus terbanyak dari Kabupaten/kota lainnya yaitu sebanyak 1797 kasus. Jika dibandingkan dengan kabupaten/kota lain maka akan terlihat perbedaan jumlah kasus yang sangat besar. Hal ini menunjukkan bahwa data penelitian mengandung data pencilan atau *outlier*, yang akan menyebabkan data menjadi bias yang berpengaruh pada pengambilan kesimpulan di akhir penelitian. Oleh karena itu, untuk menghindari kesalahan pada penelitian ini maka jumlah kasus Positif Covid-19 di Kota Makassar dihilangkan. Berikut merupakan Gambar 4.2 yang menyajikan jumlah positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 setelah jumlah kasus Positif Covid-19 di Kota Makassar dihilangkan.

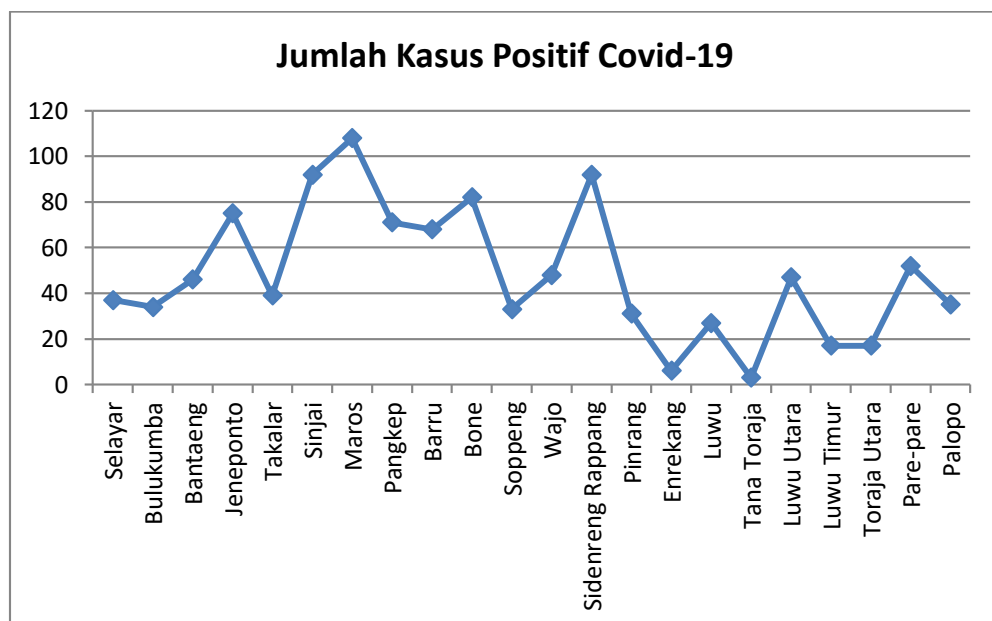


Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar 4.2 Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 setelah Kota Makassar dihilangkan.

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa jumlah kasus Positif di Kabupaten Gowa per tanggal 31 Desember 2020 memiliki perbedaan yang cukup besar

jika dibandingkan dengan Kabupaten/kota lain. Agar tidak memperoleh hasil yang keliru maka data tersebut juga dihilangkan. Berikut merupakan Gambar 4.3 yang menunjukkan jumlah kasus Positif di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 setelah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dihilangkan.



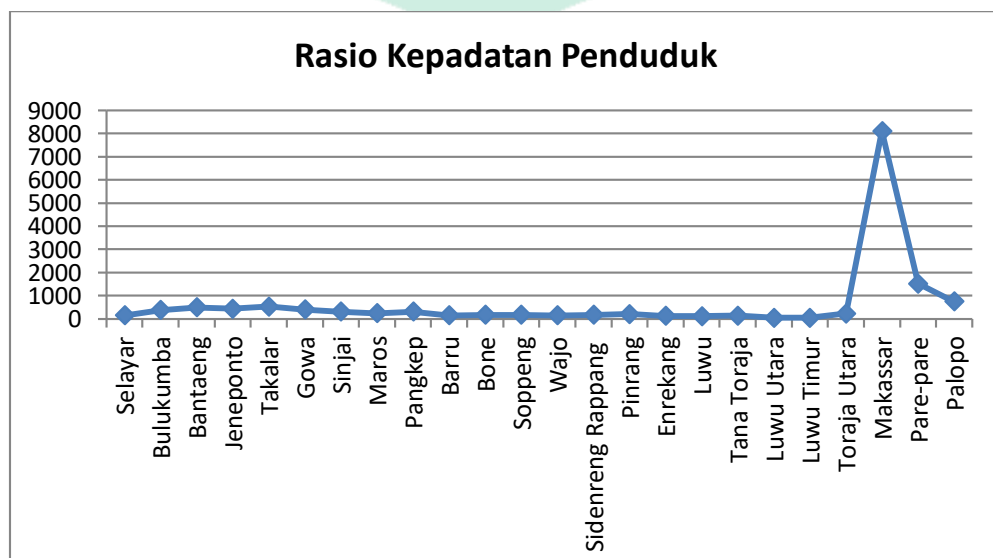
Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar 4.3 Jumlah Kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 setelah setelah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dihilangkan.

Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa daerah yang memiliki jumlah kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 tertinggi terletak di Kabupaten Maros dengan jumlah kasus sebanyak 108. Pada Gambar tersebut terlihat bahwa tidak ada kabupaten/kota yang menunjukkan perbedaan jumlah kasus yang tinggi (normal) artinya data dapat dianalisis setelah data pencilan dihilangkan. Rata-rata dari jumlah kasus Positif

Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan per tanggal 31 Desember 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

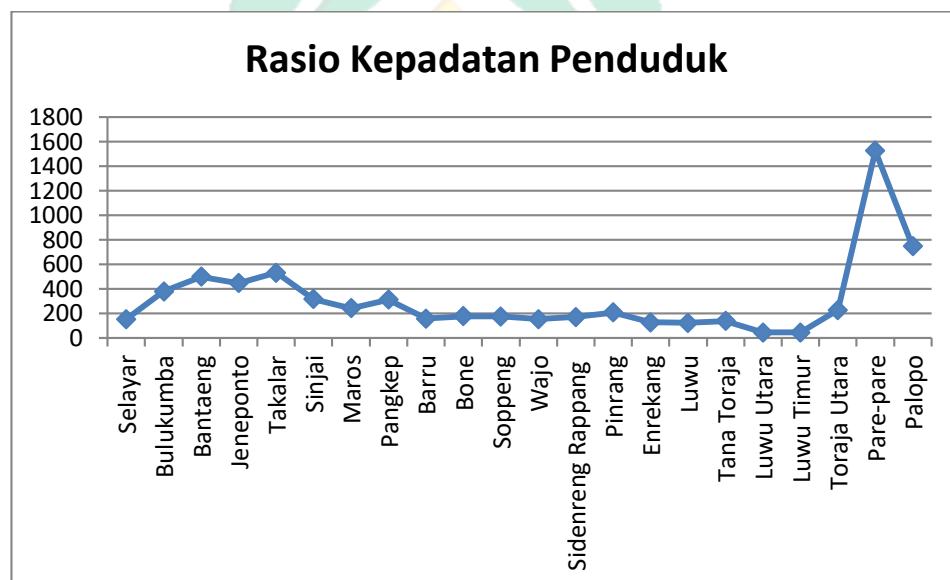
Jumlah kasus Positif Covid-19 yang berbeda-beda di setiap daerah cenderung dipengaruhi oleh rasio kepadatan penduduk di suatu daerah. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhammad Ilham Mubarak dan Aris Rusyiana yang melakukan penelitian yang bertujuan untuk melakukan pemetaan zona resiko penularan Covid-19 di Sulawesi Selatan menggunakan Plot Dendrogram Hierarchical Clustering, dengan menggunakan peta tematis total kasus dan *dendrogram* kluster berjenjang, Mereka menemukan bahwa ibu Kota Provinsi Sulawesi Selatan yakni Kota Makassar ada di kluster 4 dengan karakteristik: kasus positif covid-19 terbanyak dan tingkat kepadatan penduduk terpadat. Berikut merupakan Gambar 4.4 yang menyajikan rasio kepadatan penduduk di setiap Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan.



Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar. 4.4 Rasio Kepadatan Penduduk di setiap Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020

Gambar diatas menyajikan rasio kepadatan penduduk di setiap Kabupaten /kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan sebelum data pencilan pada jumlah kasus Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan dihilangkan. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa Kota Makassar memiliki rasio kepadatan penduduk sebesar 8,101 per km², dan Kabupaten Gowa memiliki rasio kepadatan penduduk sebesar 407 per km². Berikut merupakan gambar yang menyajikan rasio kepadatan penduduk setelah data pencilan pada variabel jumlah kasus Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan dihilangkan.

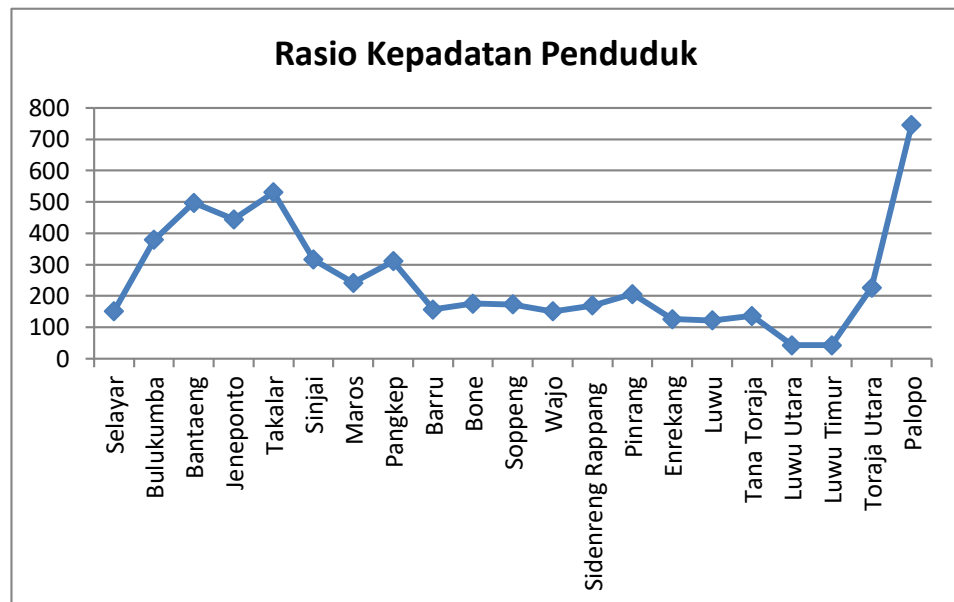


Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar. 4.5 Rasio Kepadatan Penduduk di 22 Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020.

Pada Gambar 4.5 menyajikan rasio kepadatan penduduk di 22 kabupaten yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan (setelah pemisahan data pencilan atau *outlier* pada variabel Y). Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa rasio kepadatan penduduk di Kota Pare-pare memiliki perbedaan yang cukup besar jika dibandingkan dengan Kabupaten/kota lainnya. Oleh karena itu rasio kepadatan penduduk di Kota Pare-pare juga dihilangkan. Berikut

merupakan Gambar yang menyajikan data rasio kepadatan penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan setelah data pencilan dihilangkan.



Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan

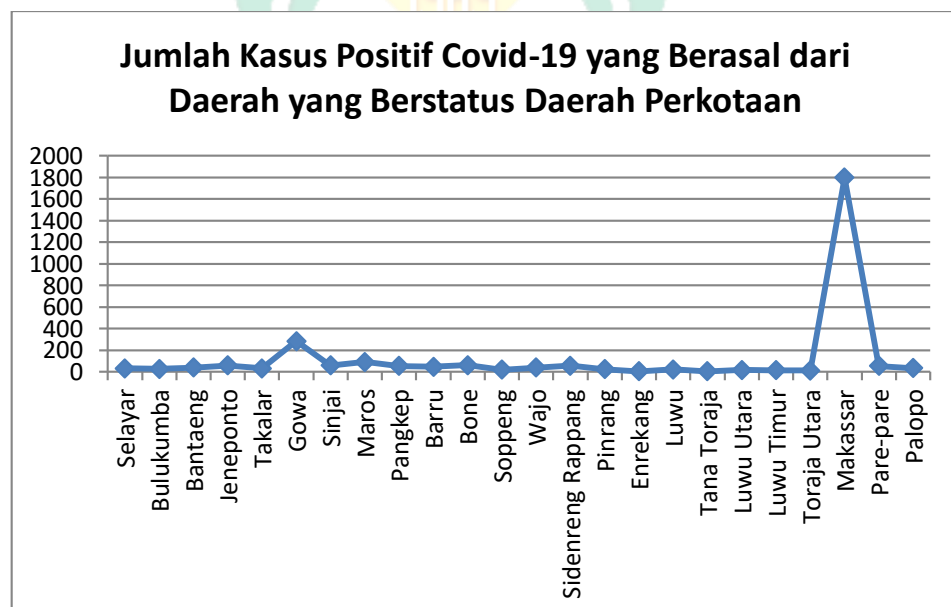
Gambar. 4.6 Rasio Kepadatan Penduduk di 21 Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2020

Gambar diatas menyajikan rasio kepadatan penduduk di 21 Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan pada Tahun 2020 setelah data pencilan atau *outlier* dihilangkan pada variabel rasio kepadatan penduduk (X_1). Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa rasio kepadatan penduduk disetiap kabupaten/kota memiliki rata-rata rasio kepadatan penduduk yang sudah mulai normal (tidak terdapat perbedaan rasio kepadatan penduduk yang sangat besar).

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa rasio kepadatan penduduk di Provinsi Sulawesi Selatan tertinggi yaitu di Kota Makassar, dimana daerah tersebut merupakan ibu Kota Provinsi yang merupakan daerah yang memiliki persentase daerah perkotaan yang paling tinggi di Provinsi Sulawesi Selatan

menurut Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik Nomor 120 Tahun 2020 tentang klasifikasi daerah perkotaan dan perdesaaan di Indonesia Tahun 2020.

Daerah perkotaan cenderung memiliki aktivitas yang tinggi, berdasarkan fakta yang ada aktivitas yang tinggi dapat menimbulkan interaksi yang terjadi juga akan semakin tinggi. Hal ini dapat menyebabkan penyakit menular seperti Covid-19 dapat dengan mudah menyebar. Berikut merupakan Gambar 4.7 yang menunjukkan jumlah kasus positif Covid-19 yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan per tanggal 31 Desember 2020 di setiap Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan.



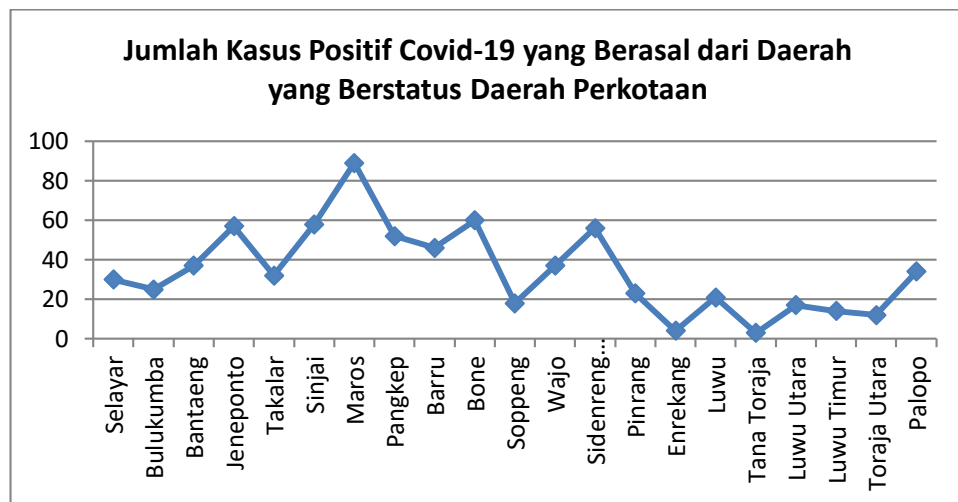
Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar 4.7 Jumlah kasus Positif Covid-19 di setiap Kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Daerah Perkotaan.

Gambar diatas menunjukkan jumlah kasus positif covid-19 di setiap Kabupaten/kota di provinsi sulawesi selatan yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan sebelum data *outlier* atau data pencilan dihilangkan. Data tersebut diolah berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pusat Statistik

Nomor 120 Tahun 2020 Tentang Klasifikasi Desa Perkotaan dan Perdesaan di Indonesia Tahun 2020 yang diklasifikasikan berdasarkan nilai/skor kepadatan penduduk, persentase keluarga pertanian, dan keberadaan/akses pada fasilitas perkotaan yang dimiliki telah ditetapkan pada pasal 3. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa jumlah kasus positif covid-19 di setiap Kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki status daerah perkotaan tertinggi adalah Kota Makassar dengan jumlah kasus sebanyak 1797 orang. Dan kasus tertinggi kedua adalah di Kabupaten Gowa dengan jumlah kasus sebanyak 284 kasus. Sedangkan Kabupaten/kota yang memiliki jumlah kasus positif Covid-19 yang berasal daerah yang berstatus daerah perkotaan yang terendah adalah Kabupaten Tana Toraja dengan jumlah kasus sebanyak 3 orang.

Berikut merupakan Gambar 4.8 yang menunjukkan jumlah kasus positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan yang berasal dari daerah yang berstatus perkotaan setelah data *outlier* dihilangkan. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan yang sangat jauh pada jumlah kasus positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan antar Kabupaten/kota.



Sumber: Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan

Gambar 4.8 Jumlah kasus Positif Covid-19 di 21 Kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Daerah Perkotaan per Tanggal 31 Desember 2020

Setelah semua data *outlier* dihilangkan, selanjutnya dilakukan analisis pada data penelitian. Berikut merupakan tabel statistika deskriptif yang menampilkan karakteristik dari masing-masing variabel setelah data *outlier* yang telah dihilangkan. Dari Tabel 4.1 dapat dilihat karakteristik dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian mulai dari nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*) dan variansi tiap variabel. Nilai variansi dari jumlah kasus Positif Covid-19 per tanggal 31 Desember 2020 menunjukkan bahwa nilai variansi lebih besar dari rataannya.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif

Variabel	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Variansi
Y	3,0	108,0	48	876,2
X ₁	43,0	746,0	254,8	31343,3
X ₂	3,0	89,0	34,52	472,5

2. Regresi Poisson

Setelah dilakukan analisis, diperoleh model regresi Poisson sebagai berikut:

$$\ln(\hat{\mu}_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

$$(\hat{\mu}_i) = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)$$

$$(\hat{\mu}_i) = \exp(6,84854 - 0,02147X_1 + 1,35043X_2)$$

Model diatas merupakan model regresi Poisson dimana dalam penggunaannya harus memenuhi beberapa asumsi. Salah satu asumsi yang harus dipenuhi yaitu asumsi kesamaan antara variansi dan rata-rata dari variabel respon, maka dari itu perlu dilakukan uji untuk mengetahui ada atau tidaknya pelanggaran asumsi tersebut.

3. Uji *Overdispersi*

Dari hasil analisis deskriptif pada Tabel 4.1 diperoleh bahwa nilai variansi dari variabel respon lebih besar dari rataannya yang dapat disimpulkan bahwa data mengalami *overdispersi*. Selain itu, cara lain untuk mengetahui *overdispersi* tidaknya data dapat dilihat dari nilai τ . Apabila nilai τ lebih besar dari 1 maka dapat dikatakan bahwa data mengalami *overdispersi*. Dari analisis menggunakan komputer diperoleh nilai $\tau = 3,595034$. Maka dapat disimpulkan bahwa terjadi *overdispersi*, sehingga pemodelan regresi Poisson tidak dapat dilakukan.

4. Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)

Salah satu model alternatif yang dapat digunakan jika data mengalami *Overdispersi* adalah model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG). Dari

analisis yang telah dilakukan dari dua variabel yaitu rasio kepadatan penduduk (X_1) dan jumlah kasus positif covid-19 yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan (X_2) menghasilkan 2 model yang sudah konvergen sebagai berikut:

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2)$$

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_2 X_2)$$

Selanjutnya dilakukan penaksiran dan pengujian parameter pada model tersebut yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel. 4.2 Estimasi Parameter Model Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)

Variabel dari model	β_0	β_1	β_2	τ
X_1, X_2	2,699e+00	-5,166e-05	2,939e-02	-2,5601
X_2	2,689606	0,029303		-2,5556

5. Pengujian Hipotesis

a. Uji Serentak

Hipotesis yang digunakan dalam uji serentak adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_l \neq 0 \text{ dengan } l = 1, 2$$

Statistik G adalah pendekatan dari distribusi *chi square* dengan derajat bebas v dengan kriteria pengujinya apabila $G_{hit} > \chi^2_{(\alpha, v)}$ maka tolak H_0 .

Tabel 4.3 Pengujian Parameter Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) Secara Serentak

Variabel dari model	Statistik G	V	$\chi^2_{(\alpha,v)}$	Keputusan
X_1, X_2	170,9648	18	28,8693	Tolak H_0
X_2	170,9766	19	30,1435	Tolak H_0

Dari tabel diatas ditunjukkan bahwa nilai statistik uji G untuk model lebih besar dari nilai *chi square*, sehingga keputusan yang diperoleh yaitu tolak H_0 yang berarti bahwa paling sedikit atau minimal terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol. Hal ini menunjukkan bahwa minimal terdapat satu parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap model.

b. Uji Parsial

Berdasarkan uji serentak yang telah dilakukan, diperoleh bahwa minimal ada satu variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap model. Untuk mengetahui variabel tersebut, maka dilakukan uji parsial.

Berikut merupakan hipotesis yang digunakan dalam uji parsial.

Hipotesis untuk menguji signifikansi parameter β .

$$H_0: \beta_l = 0$$

$$H_1: \beta_l \neq 0 \text{ dengan } l = 1, 2.$$

Statistik uji yang digunakan untuk menguji signifikansi parameter β adalah uji z.

Kriteria pengujiannya adalah tolak H_0 apabila $|Z_{hit}|$ lebih besar dari nilai

$$Z_{\alpha/2} = 1,96 \text{ atau } p\text{-value} < \alpha = 0,05$$

Hipotesis untuk menguji signifikansi parameter τ .

$$H_0: \tau = 0$$

$$H_1: \tau \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah uji z

Kriteria pengujiannya adalah tolak H_0 apabila $|Z_{hit}|$ lebih besar dari nilai

$$Z_{\alpha/2} = 1,96 \text{ atau } p\text{-value} < \alpha = 0,05$$

Model dengan parameter yang signifikan adalah model yang memenuhi daerah kritis atau memiliki *p-value* kurang dari taraf signifikansi yaitu $\alpha = 0,05$. Pada analisis yang telah dilakukan sebelumnya diperoleh 2 model yang konvergen. Pada model pertama terdiri dari 2 variabel yaitu X_1 dan X_2 , *p-value* dari $X_1 = 0,901$ lebih besar nilai α maka keputusannya adalah gagal tolak H_0 yang berarti bahwa $\beta_l = 0$ yang menunjukkan bahwa variabel X_1 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model. Sedangkan *p-value* untuk variabel $X_2 = 1,58\text{e}-07$ lebih kecil dari nilai α , maka keputusannya adalah tolak H_0 artinya parameter $\beta_l \neq 0$ yang menunjukkan bahwa parameter β_l berpengaruh signifikan terhadap model. Untuk model yang kedua terdiri dari satu variabel yaitu variabel X_2 dengan *p-value* = $8,49\text{e}-08$ maka keputusan tolak H_0 artinya parameter $\beta_l \neq 0$ yang berarti bahwa parameter β_l berpengaruh signifikan terhadap model. Setelah dianalisis diperoleh parameter yang signifikan terhadap semua kemungkinan model yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian Parameter Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) Secara Parsial

Variabel dari Model	Parameter Signifikan
X_1, X_2	β_2
X_2	β_2

6. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik yang digunakan adalah dengan menggunakan metode backward yang bertujuan untuk mendapatkan model Regresi Poisson Inverse Gaussian dengan variabel yang signifikan dengan melihat nilai AIC terkecil. Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai AIC terkecil untuk model regresi PIG yaitu 176,976 dengan variabel X_2 .

Tabel 4.5 Nilai AIC dari Model Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG)

Variabel dari Model	AIC
X_1, X_2	178,964
X_2	176,976

Berdasarkan model tersebut maka diperoleh estimasi parameter model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) yang ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Estimasi Parameter Model Regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) pada jumlah kasus Positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan

Parameter	Estimasi	Stand. Error	Z_{hitung}	p-value
β_0	2,689606	0,145695	18,460	3,82e-13
β_2	0,029303	0,003416	8,579	8,94e-08
τ	-2,5556	0,5101	-5,01	9,09e-05

Dari tabel diatas ditunjukkan bahwa parameter β_2 memiliki nilai p-value yang lebih kecil dari α , dimana $\alpha = 0,05$ yang menunjukkan bahwa

variabel tersebut signifikan maka diperoleh model regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) berikut:

$$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_2 x_2)$$

$$\hat{\mu} = \exp(2,68 + 0,029x_2)$$

B. Pembahasan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, data dalam penelitian ini mengalami *overdispersi*, oleh karena itu pemodelan regresi PIG dapat dilakukan. Model regresi PIG yang diperoleh menunjukkan bahwa setiap penambahan 1 variabel X_2 maka akan melipatgandakan rata-rata variabel respon Y sebesar $\exp(0,029)$ atau sama dengan 1,029 kali dari rata-rata variabel respon semula bila variabel lain tetap. Dengan kata lain, penambahan 1 dari jumlah kasus positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perkotaan maka akan sebanding dengan kenaikan rata-rata jumlah kasus positif Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan sebanyak 1,029 kali dari rata-rata semula.

Hal tersebut disebabkan karena daerah perkotaan umumnya memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Semakin padat penduduk di suatu daerah maka interaksi antar masyarakat cenderung semakin tinggi, sehingga Covid-19 dapat dengan mudah menular di daerah tersebut. Hal ini menyebabkan kasus positif Covid-19 cenderung lebih banyak di daerah yang berstatus daerah perkotaan jika dibandingkan dengan daerah yang berasal dari daerah yang berstatus daerah perdesaan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin padat penduduk di suatu daerah maka jumlah kasus Positif Covid-19

juga akan cenderung naik. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Ilham Mubarak dan Aris Rusyiana yang melakukan penelitian pada Tahun 2020 yang bertujuan untuk melakukan pemetaan zona resiko penularan covid-19 di Sulawesi Selatan menggunakan Plot Dendogram Hierarchical Clustering, dengan menggunakan peta tematis total kasus dan *dendrogram* kluster berjenjang, mereka membaginya kedalam 4 kluster yaitu kluster 1 (rendah), kluster 2 (sedang), kluster 3 (waspada) dan kluster 4 (berbahaya). Mereka menemukan bahwa ibu Kota Provinsi Sulawesi Selatan yakni Kota Makassar ada di kluster 4 dengan karakteristik: kasus positif covid-19 terbanyak dan tingkat kepadatan penduduk terpadat.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Merujuk pada rumusan masalah dan hasil penelitian diperoleh model rata-rata penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan regresi *Poisson Inverse Gaussian* (PIG) adalah sebagai berikut:

$$\hat{\mu} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_2 x_2)$$

$$\hat{\mu} = \exp(2,68 + 0,029x_2)$$

B. Saran

Adapun saran penulis untuk peneliti selanjutnya diharapkan agar dapat melakukan pengembangan metode dari penelitian ini dengan memasukkan efek spasial sehingga menghasilkan hasil perkiraan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdusshomad, Alwazir. 2020. *Pengaruh Covid-19 Terhadap Penerapan Pendidikan Islam*. Vol 12, No 2. (Jurnal Pendidikan, Sosial dan Agama).
- Al Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir Ad-Dimasyqi. *Tafsir Ibnu Katsir Lengkap*.
- Darnah. 2011. Mengatasi Overdispersion pada Model Regresi Poisson dengan Generalized Poisson Regression I, Vol 2, No.2 .*Jurnal Eksponensial*.
- Departemen Agama RI. 2015. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. (Bandung : PT Syaamil Cipta Media).
- Herindrawati, Andriana Y dkk. 2017. Pemodelan regresi poisson Inverse Gaussian, Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015, Vol.6, No.1 (Surabaya: *Jurnal Sains Dan Seni ITS*).
- Huda, Nurul dkk. 2015. *Estimasi Paramaeter Regresi Zero Adjusted Inverse Gaussian (ZAIG) untuk menentukan Besar Klaim*. Vol 04, No.3. (Buletin Ilmiah Mat. Stat dan Terapannya (Bimaster)).
- Ilham, Mubarak Muhammad dan Aris Rusyiana. 2020. *Pemetaan Zona Resiko Penularan Covid-19 di Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Plot Dendrogram Hierarchical Clustering*. (Seminar Nasional Official Statistics 2020: Pemodelan Statistika Tentang Covid-19)
- Kurniawan, Robert dan Budi Yuniarto. 2016. *Analisis Regresi dan Dasar Penerapannya dengan R*. Jakarta : PT Kharisma Putra Utama Kencana.
- L, Zha dkk. 2014. The Poisson Inverse Gaussian (PIG) Generalized Linear Regression Model for Analyzing Motor Vehicle Crash Data, *Journal of Transportation Safety and Security*.
- Nurmaleni dan Nurahmah Fadilah Rahayu. 2017. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Penderita Gizi Buruk Pada Balita di Papua Tahun 2015 dengan metode regresi Zero inflated Poisson (ZIP) Jilid 7, No.1. *jurnal logika*.
- Pradana, Anung Ahadi dkk. 2020. Pengaruh Kebijakan Social Distancing Pada Wabah Covid-19 Terhadap Kelompok Rentan di Indonesia, vol. 09, No.2. (*Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia JKKI*).
- Shihab, M Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah: pesan, kesan dan keserasian Al-Qur'an/M Quraish Shihab*. Jakarta: Lentera Hati

Soreide, K dkk. 2020. *Immediate and long-term impact of the COVID-19 Pandemic on delivery of surgical services.*(British jurnal of Surgery).

Sundari, Iin. *Regresi dan Penerapannya iuntuk Memodelkan Hubungan Usia dan Perilaku Merokok Terhadap Jumlah Kematian Penderita Kanker Paru-paru*, Vol 1, No. 1. (Padang: jurnal Matematika UNAND).

Susilo, Adityo dkk. 2020. *Coronavirus Disease 2019: Tinjauan Literatur Terkini*. vol 7 no.1. (Jakarta: Jurnal Penyakit Dalam Indonesia).

Website Resmi Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan, *Covid-19.sulselprov.go*.



L

A

M

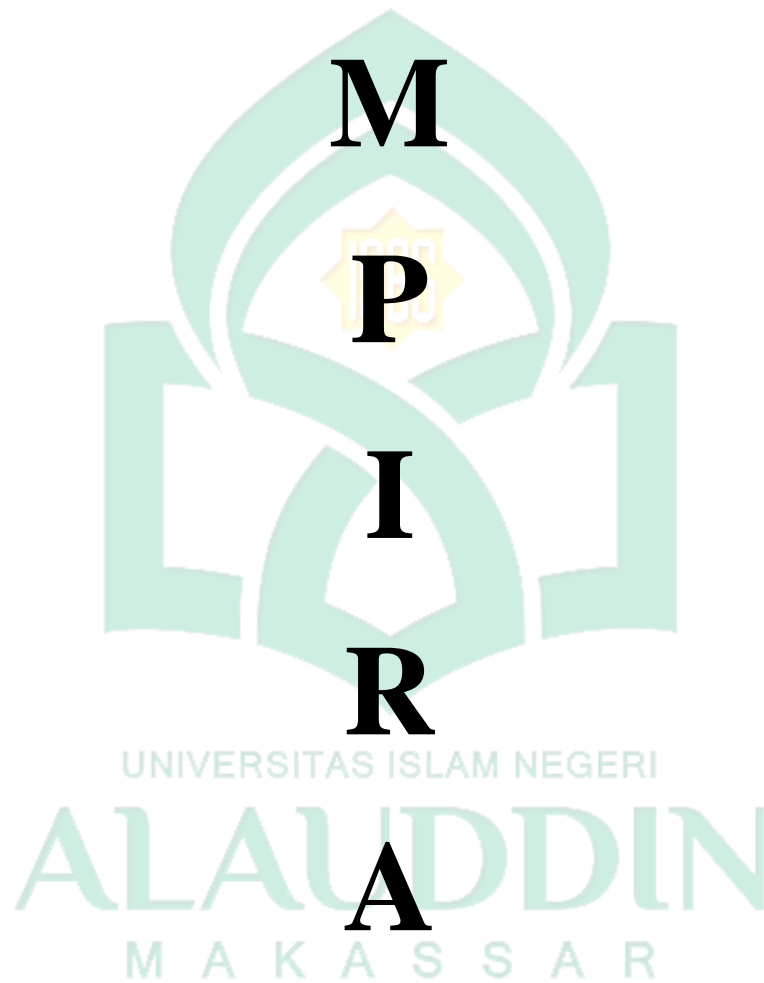
P

I

R

A

N



Program dan Output

```
#Import data
> library(readxl)
> library(readxl)
> test <- read_excel("test.xlsx", sheet = "Sheet3")
> View(test)
> test
# A tibble: 57,693 x 12
  `Nama Lengkap` `Status Kondisi` `Tanggal Sembuh` `Kelurahan` `Kecamatan`
  <chr>          <chr>          <chr>          <chr>          <chr>
1 PDP 1          PDP          Discar~ -          Tamalanr~ Tamal
anr~ Kota Mak~ -
2 PDP 3          PDP          Discar~ -          Romangpo~ Somba
Opu Kabupate~ -
3 PDP 5          PDP          Discar~ -          Antang    Mangg
ala Kota Mak~ -
4 PDP 6          PDP          Discar~ -          Pettuadae Turik
ale Kabupate~ -
5 PDP 7          PDP          Discar~ -          Bonto Sa~ Bissa
ppu Kabupate~ -
6 PDP 8          PDP          Discar~ -          Baji Map~ Mamaj
ang Kota Mak~ -
7 COVID286       Posit~ Sembuh -          Paccinon~ Somba
Opu Kabupate~ -
8 PDP 10         PDP          Discar~ -          Mangalli  Palla
ngga Kabupate~ -
9 PDP 354        PDP          Discar~ -          Bontoa    Manda
i Kabupate~ -
10 COVID557      Posit~ Sembuh -          Alitta    Matti
ro ~ Kabupate~ Kabupaten Pinra~

# ... with 57,683 more rows, and 4 more variables: `Jenis Kelamin`
  <chr>, `Umur` <dbl>, `Lokasi`
# Rawat <chr>, `Kordinat` <chr>
Warning message:
`...` is not empty.

We detected these problematic arguments:
* `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty.
Did you misspecify an argument?

# Menghilangkan data yang tidak diperlukan

> new1 <- test[test$Kelurahan != "-" & test$Status == "Positif" & test$Kondisi == "Konfirmasi Aktif" & test$`Jenis Kelamin` != "-"]

> new1
# A tibble: 3,156 x 12
  `Nama Lengkap` `Status Kondisi` `Tanggal Sembuh` `Kelurahan` `Kecamatan`
  <chr>          <chr>          <chr>          <chr>          <chr>
1 cov#22999      Posit~ Konfir~ -          Kalabbir~ Banti
mur~ Kabupate~ -
2 cov#23123      Posit~ Konfir~ -          Paccerak~ Birin
g K~ Kota Mak~ -
```

```

3 cov#23107      Posit~ Konfir~ -      Bontoala  Palla
ngga Kabupate~ -
4 cov#23362      Posit~ Konfir~ -      Tamalanr~ Tamal
anr~ Kota Mak~ -
5 cov#23298      Posit~ Konfir~ -      Sudiang   Birin
g K~ Kota Mak~ -
6 cov#23293      Posit~ Konfir~ -      Dangerak~ Wara
Kota Pal~ -
7 cov#23845      Posit~ Konfir~ -      Pampang   Panak
kuk~ Kota Mak~ -
8 cov#23927      Posit~ Konfir~ -      Sunggumi~ Somba
Opu Kabupate~ -
9 cov#23972      Posit~ Konfir~ -      Labukkang Ujung
Kota Par~ -
10 cov#23977     Posit~ Konfir~ -      Mariso    Maris
o Kota Mak~ -
# ... with 3,146 more rows, and 4 more variables: `Jenis Kelamin`
<chr>, `Umur` <dbl>, `Lokasi
# Rawat` <chr>, `Kordinat` <chr>
Warning message:
`...` is not empty.

```

We detected these problematic arguments:
 * `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty.
 Did you misspecify an argument?

```

> new2<-new1[,-4]
> new2
# A tibble: 3,156 x 11
  Nama Lengkap Status Kondisi Kelurahan Kecamatan Kabupaten `K
abupaten Asal` Jenis Kelamin Umur
  <chr>         <chr>   <chr>   <chr>      <chr>      <chr>   <chr>
1 cov#22999     Posit~ Konfir~ Kalabbir~ Bantimur~ Kabupate~ -
Laki-Laki      80
2 cov#23123     Posit~ Konfir~ Pacerak~ Biring K~ Kota Mak~ -
Perempuan     73
3 cov#23107     Posit~ Konfir~ Bontoala  Pallangga Kabupate~ -
Perempuan     70
4 cov#23362     Posit~ Konfir~ Tamalanr~ Tamalanr~ Kota Mak~ -
Perempuan     75
5 cov#23298     Posit~ Konfir~ Sudiang   Biring K~ Kota Mak~ -
Laki-Laki     71
6 cov#23293     Posit~ Konfir~ Dangerak~ Wara      Kota Pal~ -
Perempuan     76
7 cov#23845     Posit~ Konfir~ Pampang   Panakkuk~ Kota Mak~ -
Laki-Laki     72
8 cov#23927     Posit~ Konfir~ Sunggumi~ Somba Opu Kabupate~ -
Laki-Laki     70
9 cov#23972     Posit~ Konfir~ Labukkang Ujung    Kota Par~ -
Perempuan     69
10 cov#23977    Posit~ Konfir~ Mariso    Mariso    Kota Mak~ -
Perempuan     81
# ... with 3,146 more rows, and 2 more variables: `Lokasi Rawat`
<chr>, `Kordinat` <chr>
Warning message:
`...` is not empty.

```

We detected these problematic arguments:
 * `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty.
Did you misspecify an argument?

```
> new3<-new2[,-7]
> new3
# A tibble: 3,156 x 10
  `Nama Lengkap` `Status Kondisi` `Kelurahan` `Kecamatan` `Kabupaten` `Jenis Kelamin` `Umur` `Lokasi Rawat`
    <chr>         <chr>         <chr>         <chr>         <chr>         <chr>
1 cov#22999     Positif Konfirmasi Kalabbira Bantimur Kabupaten Laki-Laki
2 cov#23123     Positif Konfirmasi Paccerak Biring Kota Mak Perempuan
3 cov#23107     Positif Konfirmasi Bontoala Pallangga Kabupaten Perempuan
4 cov#23362     Positif Konfirmasi Tamalanre Tamalanre Kota Mak Perempuan
5 cov#23298     Positif Konfirmasi Sudiang Biring Kota Mak Laki-Laki
6 cov#23293     Positif Konfirmasi Dangerak Wara Kota Pal Perempuan
7 cov#23845     Positif Konfirmasi Pampang Panakkuk Kota Mak Laki-Laki
8 cov#23927     Positif Konfirmasi Sunggumi Somba Opu Kabupaten Laki-Laki
9 cov#23972     Positif Konfirmasi Labukkang Ujung Kota Par Perempuan
10 cov#23977    Positif Konfirmasi Mariso Mariso Kota Mak Perempuan
# ... with 3,146 more rows, and 1 more variable: Kordinat <chr>
Warning message:
`...` is not empty.
```

We detected these problematic arguments:
* `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty.
Did you misspecify an argument?

```
> new4<-new3[,-10]
> new4
# A tibble: 3,156 x 9
  `Nama Lengkap` `Status Kondisi` `Kelurahan` `Kecamatan` `Kabupaten`
n `Jenis Kelamin` `Umur` `Lokasi Rawat`
    <chr>         <chr>         <chr>         <chr>         <chr>
1 cov#22999     Positif Konfirmasi Kalabbira Bantimur Kabupaten Laki-Laki
2 cov#23123     Positif Konfirmasi Pacceraka Biring Kota Mak Perempuan
3 cov#23107     Positif Konfirmasi Bontoala Pallangga Kabupaten Perempuan
4 cov#23362     Positif Konfirmasi Tamalanre Tamalanre Kota Mak Perempuan
5 cov#23298     Positif Konfirmasi Sudiang Biring Kota Mak Laki-Laki
6 cov#23293     Positif Konfirmasi Dangerakko Wara Kota Pal Perempuan
7 cov#23845     Positif Konfirmasi Pampang Panakkuk Kota Mak Laki-Laki
```

```

      8 cov#23927      Positif Konfirma~ Sunggumin~ Somba Opu Kabupate
~ Laki-Laki          70 RS Akademis Ja~
      9 cov#23972      Positif Konfirma~ Labukkang Ujung      Kota Par
~ Perempuan          69 RS Akademis Ja~
     10 cov#23977      Positif Konfirma~ Mariso      Mariso      Kota Mak
~ Perempuan          81 RS Akademis Ja~
# ... with 3,146 more rows
Warning message:
`...` is not empty.

```

we detected these problematic arguments:
 * `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty.
 Did you misspecify an argument?

```

# Membuat tabel
> table<-matrix(c(7,30,37,
+                9,25,34,
+                9,37,46,
+                18,57,75,
+                7,32,39,
+                24,284,308,
+                34,58,92,
+                19,89,108,
+                19,52,71,
+                22,46,68,
+                22,60,82,
+                15,18,33,
+                11,37,48,
+                36,56,92,
+                8,23,31,
+                2,4,6,
+                6,21,27,
+                0,3,3,
+                30,17,47,
+                3,14,17,
+                5,12,17,
+                0,1797,1797,
+                0,52,52,
+                1,34,35,
+                307,2858,3165),nrow = 25,byrow = T)

> #Memberi nama kolom dan baris
> dimnames(table)<-list(c("Selayar", "Bulukumba", "Bantaeng",
+ "Jeneponto", "Takalar", "Gowa", "Sinjai", "Maros", "Pangkajene
+ dan Kepulauan", "Barrau", "Bone", "Soppeng", "Wajo", "Sidenreng Rappang",
+ "Pinrang", "Enrekang", "Luwu", "Tana Toraja",
+ "Luwu Utara", "Luwu Timur", "Toraja Utara", "Makassar",
+ "Pare-Pare", "Palopo", "Total"), c("Perdesaan",
+ "Perkotaan", "Total"))

> #Memberi nama penjelasan
> names(dimnames(table))<-c("Kabupaten", "Status Perdesaan / Perkotaan")
> table

```

	Status Perdesaan / Perkotaan		
	Perdesaan	Perkotaan	Total
Kabupaten			
Selayar	7	30	37
Bulukumba	9	25	34
Bantaeng	9	37	46

Jeneponto	18	57	75
Takalar	7	32	39
Gowa	24	284	308
Sinjai	34	58	92
Maros	19	89	108
Pangkajene dan Kepulauan	19	52	71
Barru	22	46	68
Bone	22	60	82
Soppeng	15	18	33
Wajo	11	37	48
Sidenreng Rappang	36	56	92
Pinrang	8	23	31
Enrekang	2	4	6
Luwu	6	21	27
Tana Toraja	0	3	3
Luwu Utara	30	17	47
Luwu Timur	3	14	17
Toraja Utara	5	12	17
Makassar	0	1797	1797
Pare-Pare	0	52	52
Palopo	1	34	35
Total	307	2858	3165

```
> #memanggil data
> dataawal
```

	kabupaten/kota	Y	x1	x2
1	Selayar	37	152	30
2	Bulukumba	34	379	25
3	Bantaeng	46	497	37
4	Jeneponto	75	445	57
5	Takalar	39	531	32
6	Gowa	308	407	284
7	Sinjai	92	316	58
8	Maros	108	242	89
9	Pangkep	71	311	52
10	Barru	68	157	46
11	Bone	82	176	60
12	Soppeng	33	173	18
13	Wajo	48	151	37
14	Sidenreng Rappang	92	170	56
15	Pinrang	31	206	23
16	Enrekang	6	126	4
17	Luwu	27	122	21
18	Tana Toraja	3	137	3
19	Luwu Utara	47	43	17
20	Luwu Timur	17	43	14
21	Toraja Utara	17	227	12
22	Makassar	1797	8101	1797
23	Pare-pare	52	1525	52
24	Palopo	35	746	34

```
> #create new data (setelah pengilangan data outliers)
> pig<-dataawal[dataawal$`kabupaten/kota` !=
"Gowa"&dataawal$`kabupaten/kota` != "Makassar"&dataawal$`kabupaten/kota` !=
"Pare-pare",]
> pig
```

	kabupaten/kota	Y	x1	x2
1	Selayar	37	152	30
2	Bulukumba	34	379	25
3	Bantaeng	46	497	37
4	Jeneponto	75	445	57
5	Takalar	39	531	32
7	Sinjai	92	316	58

8	Maros	108	242	89
9	Pangkep	71	311	52
10	Barru	68	157	46
11	Bone	82	176	60
12	Soppeng	33	173	18
13	Wajo	48	151	37
14	Sidenreng Rappang	92	170	56
15	Pinrang	31	206	23
16	Enrekang	6	126	4
17	Luwu	27	122	21
18	Tana Toraja	3	137	3
19	Luwu Utara	47	43	17
20	Luwu Timur	17	43	14
21	Toraja Utara	17	227	12
24	Palopo	35	746	34

```
> library(readxl)
> pigg <- read_excel("pigg.xlsx")
> View(pigg)
> pigg
```

```
# A tibble: 21 x 3
      Y      X1      X2
  <dbl> <dbl> <dbl>
1     37    152     30
2     34    379     25
3     46    497     37
4     75    445     57
5     39    531     32
6     92    316     58
7    108    242     89
8     71    311     52
9     68    157     46
10     82    176     60
# ... with 11 more rows
Warning message:
`...` is not empty.
```

```
We detected these problematic arguments:
* `needs_dots`
```

```
These dots only exist to allow future extensions and should be empty.
Did you misspecify an argument?
```

```
> summary(pigg)
```

	Y	X1	X2
Min.	: 3	Min. : 43.0	Min. : 3.00
1st Qu.:	31	1st Qu.:151.0	1st Qu.:18.00
Median :	39	Median :176.0	Median :32.00
Mean :	48	Mean :254.8	Mean :34.52
3rd Qu.:	71	3rd Qu.:316.0	3rd Qu.:52.00
Max. :	108	Max. :746.0	Max. :89.00

```
> library(pastecs)
> stat.desc(pigg)
```

	Y	X1	X2
nbr.val	21.0000000	2.100000e+01	21.0000000
nbr.null	0.0000000	0.000000e+00	0.0000000
nbr.na	0.0000000	0.000000e+00	0.0000000
min	3.0000000	4.300000e+01	3.0000000
max	108.0000000	7.460000e+02	89.0000000

```

range      105.0000000 7.030000e+02 86.0000000
sum        1008.0000000 5.350000e+03 725.0000000
median     39.0000000 1.760000e+02 32.0000000
mean       48.0000000 2.547619e+02 34.5238095
SE.mean    6.4593970 3.863344e+01 4.7437272
CI.mean.0.95 13.4740660 8.058794e+01 9.8952416
var        876.2000000 3.134339e+04 472.5619048
std.dev    29.6006757 1.770406e+02 21.7384890
coef.var   0.6166807 6.949259e-01 0.6296666

```

```

> hasil=lm(Y~X1+X2,data=pigg)
> hasil

```

```

Call:
lm(formula = Y ~ x1 + x2, data = pigg)

```

```

Coefficients:
(Intercept)          x1          x2
    6.84854    -0.02147    1.35043

```

```

> summary(hasil)

```

```

Call:
lm(formula = Y ~ x1 + x2, data = pigg)

```

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-13.840  -4.958  -1.179   1.529  18.117

```

```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   6.84854    3.83039   1.788  0.0906 .
x1            -0.02147    0.01042  -2.060  0.0541 .
x2             1.35043    0.08488  15.910 4.79e-12 ***
---

```

```

Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

```

Residual standard error: 7.975 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9347, Adjusted R-squared:  0.9274
F-statistic: 128.8 on 2 and 18 DF, p-value: 2.169e-11

```

```

> library(AER)
> modelpoisson=glm(Y~X1+X2,family="poisson",data=pigg)
> modelpoisson

```

```

Call:  glm(formula = Y ~ x1 + x2, family = "poisson", data = pigg)

```

```

Coefficients:
(Intercept)          x1          x2
    2.931e+00    -7.721e-05    2.377e-02

```

```

Degrees of Freedom: 20 Total (i.e. Null); 18 Residual
Null Deviance:      390.3
Residual Deviance:  85.61    AIC: 206

```

```

> summary(modelpoisson)

```

```

Call:

```

```
glm(formula = Y ~ X1 + X2, family = "poisson", data = pigg)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.7430 -0.7655  0.1737  0.8438  3.2691

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  2.931e+00  8.469e-02  34.615  <2e-16 ***
X1          -7.721e-05  2.019e-04  -0.382    0.702
X2           2.377e-02  1.318e-03  18.033  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 390.316  on 20  degrees of freedom
Residual deviance:  85.606  on 18  degrees of freedom
AIC: 205.99

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

```
> dispersiontest(modelpoisson)
```

Overdispersion test

```
data: modelpoisson
z = 2.3733, p-value = 0.008816
alternative hypothesis: true dispersion is greater than 1
sample estimates:
dispersion
 3.595034
```

```
> library(gamlss)
> step(gamlss(Y~X1+X2,data=pigg,family=PIG))
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 173.2084
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0843
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9712
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.965
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9648
Start: AIC=178.96
Y ~ X1 + X2

trying - X1
trying - X2
      Df    AIC    LRT   Pr(Chi)
- X1    1 176.98  0.012    0.9134
<none>    178.97
- X2    1 209.32 32.360 1.281e-08 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 172.8642
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0386
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9789
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.977
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9766

Step: AIC=176.98
Y ~ X2
```

```

trying - x2
      Df      AIC      LRT    Pr(Chi)
<none>    176.98
- x2      1 209.06 34.08 5.289e-09 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Family:  c("PIG", "Poisson.Inverse.Gaussian")
Fitting method: RS()

Call:  gamlss(formula = Y ~ x2, family = PIG, data = pigg)

Mu Coefficients:
(Intercept)              x2
      2.6896          0.0293
Sigma Coefficients:
(Intercept)
      -2.556

Degrees of Freedom for the fit: 3 Residual Deg. of Freedom   18
Global Deviance:      170.977
      AIC:      176.977
      SBC:      180.11

> summary(m<-gamlss(Y~X1+X2,data=pigg,family=PIG))
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 173.2084
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0843
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9712
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.965
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9648
*****
Family:  c("PIG", "Poisson.Inverse.Gaussian")

Call:
gamlss(formula = Y ~ X1 + X2, family = PIG, data = pigg)

Fitting method: RS()

-----
Mu link function:  log
Mu Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.699e+00  1.692e-01  15.953 1.16e-11 ***
X1          -5.166e-05  4.071e-04  -0.127   0.901
X2           2.939e-02  3.457e-03   8.502 1.58e-07 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----
Sigma link function:  log
Sigma Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -2.5601      0.5136  -4.985 0.000113 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----
No. of observations in the fit: 21
Degrees of Freedom for the fit: 4

```

```

Residual Deg. of Freedom: 17
                        at cycle: 5

Global Deviance:      170.9648
                   AIC:      178.9648
                   SBC:      183.1429
*****
> summary(m1<-gamlss(Y~X2,data=pigg,family=PIG))
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 172.8642
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0386
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9789
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.977
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9766
*****
Family:  c("PIG", "Poisson.Inverse.Gaussian")

Call:
gamlss(formula = Y ~ X2, family = PIG, data = pigg)

Fitting method: RS()

-----
Mu link function:  log
Mu Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.689606   0.145695  18.460 3.82e-13 ***
X2            0.029303   0.003416   8.579 8.94e-08 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----
Sigma link function:  log
Sigma Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -2.5556    0.5101   -5.01 9.09e-05 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----
No. of observations in the fit: 21
Degrees of Freedom for the fit: 3
      Residual Deg. of Freedom: 18
                        at cycle: 5

Global Deviance:      170.9766
                   AIC:      176.9766
                   SBC:      180.1102
*****

```



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R



**TIM VALIDASI PROGRAM STUDI
MATEMATIKA**
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

SURAT KETERANGAN
VALIDASI PENILAIAN KELAYAKAN DAN SUBSTANSI PROGRAM

No : 285/ val / m / 358_2021

Yang bertanda tangan di bawah ini Tim Validasi penilaian kelayakan dan substansi program mahasiswa Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar menerangkan bahwa karya ilmiah Mahasiswa/ Instansi terkait :

Nama : Munawwarah
Nim : 60600117045
Judul Karya ilmiah : **“Model Penyebaran Covid-19 di Provinsi Sulawesi Selatan dengan Menggunakan Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG) “**

Berdasarkan hasil penelitian kelayakan dan substansi program mahasiswa bersangkutan dengan ini dinyatakan **Valid**.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gowa, 28 Juni 2021

Kepala TIM Validasi
Program Studi Matematika

Adnan Sauddin, S. Pd., M. S



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

A. Data

Y	X ₁	X ₂
37	152	30
34	379	25
46	497	37
75	445	57
39	531	32
92	316	58
108	242	89
71	311	52
68	157	46
82	176	60

33	173	18
48	151	37
92	170	56
31	206	23
6	126	4
27	122	21
3	137	3
47	43	17
17	43	14
17	227	12
35	746	34

Keterangan Variabel:

Y = Jumlah kasus Positif Covid-19

X₁ = Rasio kepadatan penduduk

X₂ = Jumlah Kasus Positif Covid-19 yang Berasal dari Daerah yang Berstatus Daerah Perkotaan



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

B. Program dan Output

```
#Import data
> library(readxl)
> test <- read_excel("test.xlsx", sheet = "Sheet3")
> View(test)
> test
# A tibble: 57,693 x 12
  `Nama Lengkap` Status Kondisi `Tanggal Sembuh` Kelurahan Kecamatan
n Kabupaten `Kabupaten Asal`
  <chr>      <chr>      <chr>      <chr>      <chr>      <chr>
1 PDP 1          PDP      Discar~ -          Tamalanr~ Tamalanr
~ Kota Mak~ -
2 PDP 3          PDP      Discar~ -          Romangpo~ Somba Op
u Kabupaten~ -
3PDP 5          PDP      Discar~ -          Antang    Manggala
  Kota Mak~ -
4PDP 6          PDP      Discar~ -          Pettuadae Turikale
  Kabupaten~ -
5PDP 7          PDP      Discar~ -          Bonto Sa~ Bissappu
  Kabupaten~ -
6PDP 8          PDP      Discar~ -          Baji Map~ Mamajang
  Kota Mak~ -
7 COVID286      Posit~ Sembuh -          Paccinon~ Somba Op
u Kabupaten~ -
8 PDP 10        PDP      Discar~ -          Mangalli  Pallangg
a Kabupaten~ -
9PDP 354        PDP      Discar~ -          Bontoa    Mandai
  Kabupaten~ -
10 COVID557     Posit~ Sembuh -          Alitta    Mattiro
~ Kabupaten~ Kabupaten Pinra~

# ... with 57,683 more rows, and 4 more variables: `Jenis Kelamin` <
chr>, Umur <dbl>, `Lokasi
# Rawat` <chr>, Kordinat <chr>
Warning message:
`...` is not empty.

We detected these problematic arguments:
* `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty
Did you misspecify an argument?

# Menghilangkan data yang tidak diperlukan
```



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

```
>new1<-test[test$Kelurahan != "-" & test$Status == "Positif" & test$Kondisi == "Konfirmasi Aktif" & test$ "Jenis Kelamin" != "-"]
```

```
>new1
```

```
# A tibble: 3,156 x 12
  `Nama Lengkap` Status Kondisi `Tanggal Sembuh` Kelurahan Kecamatan
n Kabupaten `Kabupaten Asal`
  <chr>      <chr>      <chr>      <chr>      <chr>      <chr>
1 cov#22999 Posit~ Konfir~ - Kalabbir~ Bantimur
~ Kabupate~ -
2 cov#23123 Posit~ Konfir~ - Paccerak~ Biring K
~ Kota Mak~ -
3 cov#23107 Posit~ Konfir~ - Bontoala Pallang
a Kabupate~ -
4 cov#23362 Posit~ Konfir~ - Tamalanr~ Tamalanr
~ Kota Mak~ -
5 cov#23298 Posit~ Konfir~ - Sudiang Biring K
~ Kota Mak~ -
6 cov#23293 Posit~ Konfir~ - Dangerak~ Wara
Kota Pal~ -
7 cov#23845 Posit~ Konfir~ - Pampang Panakkuk
~ Kota Mak~ -
8 cov#23927 Posit~ Konfir~ - Sunggumi~ Somba Op
u Kabupate~ -
9 cov#23972 Posit~ Konfir~ - Labukkang Ujung
Kota Par~ -
10 cov#23977 Posit~ Konfir~ - Mariso Mariso
Kota Mak~ -
# ... with 3,146 more rows, and 4 more variables: `Jenis Kelamin` <chr>,
`Umur` <dbl>, `Lokasi` <chr>, `Rawat` <chr>, `Kordinat` <chr>
```

```
Warning message:
`...` is not empty.
```

We detected these problematic arguments:

```
* `needs_dots`
```

These dots only exist to allow future extensions and should be empty

Did you misspecify an argument?

```
> new2<-new1[, -4]
```

```
> new2
```

```
# A tibble: 3,156 x 11
  `Nama Lengkap` Status Kondisi Kelurahan Kecamatan Kabupaten `Kabupate
n` `Kabupaten Asal` `Jenis Kelamin` Umur
  <chr>      <chr>      <chr>      <chr>      <chr>      <chr>      <chr>
1 cov#22999 Posit~ Konfir~ Kalabbir~ Bantimur~ Kabupate~ - Laki-
  Laki 80
2 cov#23123 Posit~ Konfir~ Paccerak~ Biring K~ Kota Mak~ -
  Perempuan 73
```



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

```
3 cov#23107Posit~ Konfir~ Bontoala      Pallangga Kabupate~ -  
  Perempuan      70  
4 cov#23362Posit~ Konfir~ Tamalanr~ Tamalanr~ Kota Mak~ -  
  Perempuan      75  
5 cov#23298Posit~ Konfir~ Sudiang      Biring K~ Kota Mak~ -  
  Laki-Laki      71  
6 cov#23293Posit~ Konfir~ Dangerak~ Wara      Kota Pal~ -  
  Perempuan      76  
7 cov#23845Posit~ Konfir~ Pampang      Panakkuk~ Kota Mak~ -  
  Laki-Laki      72  
8 cov#23927Posit~ Konfir~ Sunggumi~ Somba Opu Kabupate~ - Laki-  
  Laki 70  
9 cov#23972Posit~ Konfir~ Labukkang Ujung      Kota Par~ -  
  Perempuan      69  
10 cov#23977Posit~ Konfir~ MarisoMariso      Kota Mak~ -  
  Perempuan      81  
# ... with 3,146 more rows, and 2 more variables: `Lokasi Rawat` <ch  
r>, Kordinat <chr>  
Warning message:  
`...` is not empty.
```

We detected these problematic arguments:
* `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty
Did you misspecify an argument?

```
> new3<-new2[, -7]  
> new3  
# A tibble: 3,156 x 10  
  `Nama Lengkap` Status Kondisi Kelurahan Kecamatan Kabupaten `Jeni  
s Kelamin`  Umur  `Lokasi Rawat`  
    <chr>      <chr>    <chr>    <chr>      <chr>      <chr>      <chr>  
    <dbl> <chr>  
1 cov#22999      Posit~ Konfir~ Kalabbir~ Bantimur~ Kabupate~ Laki-  
Laki 80 RSUP dr. Wahi~  
2 cov#23123      Posit~ Konfir~ Paccerak~ Biring K~ Kota Mak~ Perem  
puan 73 RS Stella Mar~  
3 cov#23107      Posit~ Konfir~ Bontoala  Pallangga Kabupate~ Perem  
puan 70 RS Stella Mar~  
4 cov#23362      Posit~ Konfir~ Tamalanr~ Tamalanr~ Kota Mak~ Perem  
puan 75 RS Hermina Ma~  
5 cov#23298      Posit~ Konfir~ Sudiang  Biring K~ Kota Mak~ Laki-  
Laki 71 Isolasi Mandi~  
6 cov#23293      Posit~ Konfir~ Dangerak~ Wara      Kota Pal~ Perem  
puan 76 Isolasi Mandi~  
7 cov#23845      Posit~ Konfir~ Pampang  Panakkuk~ Kota Mak~ Laki-  
Laki 72 RS Hermina Ma~  
8 cov#23927      Posit~ Konfir~ Sunggumi~ Somba Opu  Kabupate~ Laki-  
Laki 70 RS Akademis J~
```



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

```
9 cov#23972      Positif Konfirmasi Labukkang Ujung      Kota Parang Perempuan
69 RS Akademis Ja~
10 cov#23977     Positif Konfirmasi Mariso      Mariso      Kota Makassar Perempuan
81 RS Akademis Ja~
# ... with 3,146 more rows, and 1 more variable: Kordinat <chr>
Warning message:
`...` is not empty.
```

We detected these problematic arguments:
* `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty
-
Did you misspecify an argument?

```
> new4<-new3[, -10]
> new4
# A tibble: 3,156 x 9
  `Nama Lengkap` Status Kondisi Kelurahan Kecamatan Kabupaten `
Jenis Kelamin` Umur `Lokasi Rawat`
  <chr>          <chr> <chr> <chr> <chr> <chr> <chr> <
chr>          <dbl> <chr>
1 cov#22999     Positif Konfirmasi Kalabbira Bantimur Kabupate L
aki-Laki      80 RSUP dr. Wahid~
2 cov#23123     Positif Konfirmasi Pacceraka Biring K Kota Mak P
erempuan     73 RS Stella Maris
3 cov#23107     Positif Konfirmasi Bontoala Pallangga Kabupate P
erempuan     70 RS Stella Maris
4 cov#23362     Positif Konfirmasi Tamalanre Tamalanr Kota Mak P
erempuan     75 RS Hermina Mak~
5 cov#23298     Positif Konfirmasi Sudiang Biring K Kota Mak L
aki-Laki     71 Isolasi Mandiri
6 cov#23293     Positif Konfirmasi Dangerakko Wara Kota Pal P
erempuan     76 Isolasi Mandiri
7 cov#23845     Positif Konfirmasi Pampang Panakkuk Kota Mak L
aki-Laki     72 RS Hermina Mak~
8 cov#23927     Positif Konfirmasi Sunggumin Somba Opu Kabupate L
aki-Laki     70 RS Akademis Ja~
9 cov#23972     Positif Konfirmasi Labukkang Ujung Kota Par P
erempuan     69 RS Akademis Ja~
10 cov#23977    Positif Konfirmasi Mariso Mariso Kota Mak P
erempuan     81 RS Akademis Ja~
# ... with 3,146 more rows
Warning message:
`...` is not empty.
```

We detected these problematic arguments:
* `needs_dots`

These dots only exist to allow future extensions and should be empty
-



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

Did you misspecify an argument?

```
# Membuat tabel
> table<-matrix(c(7,30,37,
+               9,25,34,
+               9,37,46,
+               18,57,75,
+               7,32,39,
+               24,284,308,
+               34,58,92,
+               19,89,108,
+               19,52,71,
+               22,46,68,
+               22,60,82,
+               15,18,33,
+               11,37,48,
+               36,56,92,
+               8,23,31,
+               2,4,6,
+               6,21,27,
+               0,3,3,
+               30,17,47,
+               3,14,17,
+               5,12,17,
+               0,1797,1797,
+               0,52,52,
+               1,34,35,
+               307,2858,3165),nrow = 25,byrow = T)

> #Memberi nama kolom dan baris
> dimnames(table)<-list(c("Selayar", "Bulukumba", "Bantaeng",
+ "Jeneponto", "Takalar", "Gowa", "Sinjai", "Maros", "Pangkajene
+ dan Kepulauan", "Barru", "Bone", "Soppeng", "Wajo", "Sidenreng Rappang",
+ "Pinrang", "Enrekang", "Luwu", "Tana Toraja",
+ "Luwu Utara", "Luwu Timur", "Toraja Utara", "Makassar",
+ "Pare-Pare", "Palopo", "Total"), c("Perdesaan"
+ "Perkotaan"      , "Total"))

> #Memberi nama penjelas
> names(dimnames(table))<-c("Kabupaten", "Status Perdesaan / Perkotaan")
> table
```

Kabupaten	Status Perdesaan / Perkotaan		
	Perdesaan	Perkotaan	Total
Selayar	7	30	37
Bulukumba	9	25	34
Bantaeng	9	37	46
Jeneponto	18	57	75
Takalar	7	32	39
Gowa	24	284	308
Sinjai	34	58	92



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp: (0411) 8221400

Maros	19	89	108
Pangkajene dan Kepulauan	19	52	71
Barru	22	46	68
Bone	22	60	82
Soppeng	15	18	33
Wajo	11	37	48
Sidenreng Rappang	36	56	92
Pinrang	8	23	31
Enrekang	2	4	6
Luwu	6	21	27
Tana Toraja	0	3	3
Luwu Utara	30	17	47
Luwu Timur	3	14	17
Toraja Utara	5	12	17
Makassar	0	1797	1797
Pare-Pare	0	52	52
Palopo	1	34	35
Total	307	2858	3165

```
> #memanggil data
> dataawal
```

	Kabupaten/Kota	Y	X1	X2
1	Selayar	37	152	30
2	Bulukumba	34	379	25
3	Bantaeng	46	497	37
4	Jeneponto	75	445	57
5	Takalar	39	531	32
6	Gowa	308	407	84
7	Sinjai	92	316	58
8	Maros	108	242	89
9	Pangkep	71	311	52
10	Barru	68	157	46
11	Bone	82	176	60
12	Soppeng	33	173	18
13	Wajo	48	151	37
14	Sidenreng Rappang	92	170	56
15	Pinrang	31	206	23
16	Enrekang	6	126	4
17	Luwu	27	122	21
18	Tana Toraja	3	137	3
19	Luwu Utara	47	43	17
20	Luwu Timur	17	43	14
21	Toraja Utara	17	227	12
22	Makassar	1797	8101	17
97				
23	Pare-pare	52	1525	52
24	Palopo	35	746	34



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

```
> #create new data (setelah penghilangan data outliers)
> pig<-dataawal[dataawal$`Kabupaten/kota` != "Gowa"&dataawal$`Kabupaten/kota` != "Makassar"&dataawal$`Kabupaten/kota` != "Pare-pare",]
```

```
> pig
kabupaten/kota    Y  X1 X2
1          Selayar 37 152 30
2          Bulukumba 34 379 25
3          Bantaeng 46 497 37
4          Jenepono 75 445 57
5          Takalar 39 531 32
7          Sinjai 92 316 58
8          Maros 108 242 89
9          Pangkep 71 311 52
10         Barru 68 157 46
11         Bone 82 176 60
12         Soppeng 33 173 18
13         Wajo 48 151 37
14 Sidenreng Rappang 92 170 56
15         Pinrang 31 206 23
16         Enrekang 6 126 4
17         Luwu 27 122 21
18         Tana Toraja 3 137 3
19         Luwu Utara 47 43 17
20         Luwu Timur 17 43 14
21         Toraja Utara 17 227 12
24         Palopo 35 746 34
```




TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

```
> library(readxl)
> pigg <- read_excel("pigg.xlsx")
> View(pigg)
> pigg
```

```
# A tibble: 21 x 3
```

	Y	X1	X2
	<dbl>	<dbl>	<dbl>
1	37	152	30
2	34	379	25
3	46	497	37
4	75	445	57
5	39	531	32
6	92	316	58
7	108	242	89
8	71	311	52
9	68	157	46
10	82	176	60

```
# ... with 11 more rows
```

```
Warning message:
`...` is not empty
```

```
We detected these problematic arguments:
```

```
* `needs_dots`
```

```
These dots only exist to allow future extensions and should be empty.
Did you misspecify an argument?
```

```
> summary(pigg)
```

	Y	X1	X2
Min.	:3.0	Min. : 43.0	Min. : 3.0
1st Qu.:	31	1st Qu.:151.0	1st Qu.:18.00
Median :	39	Median :176.0	Median :32.00
Mean :	48	Mean :254.8	Mean :34.52
3rd Qu.:	71	3rd Qu.:316.0	3rd Qu.:52.00
Max.	108	Max. :746.0	Max. :89.00



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

```
> library(pastecs)
> stat.desc(pigg)
```

	Y	X1	X2
nbr.val	21.0000000	2.100000e+01	21.0000000
nbr.null	0.0000000	0.000000e+00	0.0000000
nbr.na	0.0000000	0.000000e+00	0.0000000
min	3.0000000	4.300000e+01	3.0000000
max	108.0000000	7.460000e+02	89.0000000
range	105.0000000	7.030000e+02	86.0000000
sum	1008.0000000	5.350000e+03	725.0000000
median	39.0000000	1.760000e+02	32.0000000
mean	48.0000000	2.547619e+02	34.5238095
SE.mean	6.4593970	3.863344e+01	4.7437272
CI.mean.0.95	13.4740660	8.058794e+01	9.8952416
var	876.2000000	3.134339e+04	472.5619048
std.dev	29.6006757	1.770406e+02	21.7384890
coef.var	0.6166807	6.949259e-01	0.6296666

```
> hasil=lm(Y~X1+X2,data=pigg)
> hasil
```

Call:
lm(formula = Y ~ X1 + X2, data = pigg)

Coefficients:
(Intercept) X1 X2
6.84854 -0.02147 1.35043

```
> summary(hasil)
```

Call:
lm(formula = Y ~ X1 + X2, data = pigg)

Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-13.840 -4.958 -1.179 1.529 18.117

Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 6.84854 3.83039 1.788 0.0906 .
X1 -0.02147 0.01042 -2.060 0.0541 .
X2 1.35043 0.08488 15.910 4.79e-12 ***



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.975 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9347, Adjusted R-squared: 0.9274
F-statistic: 128.8 on 2 and 18 DF, p-value: 2.169e-11

```
> library(AER)
> modelpoisson=glm(Y~X1+X2,family="poisson",data=pigg)
> modelpoisson
```

Call: glm(formula = Y ~ X1 + X2, family = "poisson", data = pigg)

Coefficients:
(Intercept) X1 X2
2.931e+00 -7.721e-05 2.377e-02

Degrees of Freedom: 20 Total (i.e. Null); 18 Residual
Null Deviance: 390.3
Residual Deviance: 85.61 AIC: 206

```
> summary(modelpoisson)
```

Call:
glm(formula = Y ~ X1 + X2, family = "poisson", data = pigg)

Deviance Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-4.7430 -0.7655 0.1737 0.8438 3.2691

Coefficients:
Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) 2.931e+00 8.469e-02 34.615 <2e-16 ***
X1 -7.721e-05 2.019e-04 -0.382 0.702
X2 2.377e-02 1.318e-03 18.033 <2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 390.316 on 20 degrees of freedom
Residual deviance: 85.606 on 18 degrees of freedom
AIC: 205.99

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```
> dispersiontest(modelpoisson)
```

Overdispersion test



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

```
data: modelpoisson
z = 2.3733, p-value = 0.008816
alternative hypothesis: true dispersion is greater than 1
sample estimates:
dispersion
3.595034

> library(gamlss)
> step(gamlss(Y~X1+X2,data=pigg,family=PIG))
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 173.2084
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0843
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9712
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.965
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9648
Start: AIC=178.96
Y ~ X1 + X2

trying - X1
trying - X2
      Df    AIC    LRT   Pr(Chi)
- X1    1 176.98  0.012    0.9134
<none>    178.97
- X2    1 209.32 32.360 1.281e-08 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 172.8642
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0386
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9789
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.977
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9766

Step: AIC=176.98
Y ~ X2

trying - X2
      Df    AIC    LRT   Pr(Chi)
<none>    176.98
- X2    1 209.06 34.08 5.289e-09 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Family: c("PIG", "Poisson.Inverse.Gaussian")
Fitting method: RS()

Call: gamlss(formula = Y ~ X2, family = PIG, data = pigg)

Mu Coefficients:
(Intercept)              X2
      2.6896           0.0293

Sigma Coefficients:
(Intercept)
```



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

-2.556

Degrees of Freedom for the fit: 3 Residual Deg. of Freedom 18
Global Deviance: 170.977
AIC: 176.977
SBC: 180.11

```
> summary(m<-gamlss(Y~X1+X2,data=pigg,family=PIG))
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 173.2084
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0843
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9712
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.965
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9648
*****
Family: c("PIG", "Poisson.Inverse.Gaussian")
```

Call:
gamlss(formula = Y ~ X1 + X2, family = PIG, data = pigg)

Fitting method: RS()

```
-----
Mu link function: log
Mu Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.699e+00  1.692e-01  15.953 1.16e-11 ***
X1           -5.166e-05  4.071e-04  -0.127  0.901
X2            2.939e-02  3.457e-03   8.502 1.58e-07 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
-----
Sigma link function: log
Sigma Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -2.5601      0.5136  -4.985 0.000113 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
-----
No. of observations in the fit: 21
Degrees of Freedom for the fit: 4
      Residual Deg. of Freedom: 17
                        at cycle: 5
```

Global Deviance: 170.9648
AIC: 178.9648
SBC: 183.1429



TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411)8221400

```
*****
> summary(m1<-gamlss(Y~X2,data=pigg,family=PIG))
GAMLSS-RS iteration 1: Global Deviance = 172.8642
GAMLSS-RS iteration 2: Global Deviance = 171.0386
GAMLSS-RS iteration 3: Global Deviance = 170.9789
GAMLSS-RS iteration 4: Global Deviance = 170.977
GAMLSS-RS iteration 5: Global Deviance = 170.9766
*****
Family: c("PIG", "Poisson.Inverse.Gaussian")

Call:
gamlss(formula = Y ~ X2, family = PIG, data = pigg)

Fitting method: RS()

-----
Mu link function: log
Mu Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.689606    0.145695  18.460 3.82e-13 ***
X2            0.029303    0.003416   8.579 8.94e-08 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----
Sigma link function: log
Sigma Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -2.5556     0.5101  -5.01 9.09e-05 ***
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----
No. of observations in the fit: 21
Degrees of Freedom for the fit: 3
Residual Deg. of Freedom: 18
at cycle: 5

Global Deviance: 170.9766
AIC: 176.9766
SBC: 180.1102
*****
```

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap **Munawwarah** yang akrab disapa **Mun** atau **Muna**. Penulis lahir di Kabupaten Pangkep tepatnya di Desa Pitusunggu Kecamatan Ma'rang pada tanggal 11 Januari 2000. Penulis merupakan putri kelima dari 6 bersaudara, buah hati dari pasangan H.Basite dan H.Hasmawati. Pada tahun 2005 mulai menempuh pendidikan di sekolah dasar di SDN 21 Jennae dan lulus pada tahun 2011, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 3 Ma'rang Kab. Pangkep dan lulus pada tahun 2014, dan pada tahun yang sama pula penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Aliyah Negeri Pangkep dan lulus pada tahun 2017. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar ke jenjang S1 pada Jurusan Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi, dan Alhamdulillah saat ini sedang menyelesaikan pendidikan S1. Bagi penulis, pendidikan adalah salah satu hal untuk dapat memberikan kebahagiaan kepada orang tuanya.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R